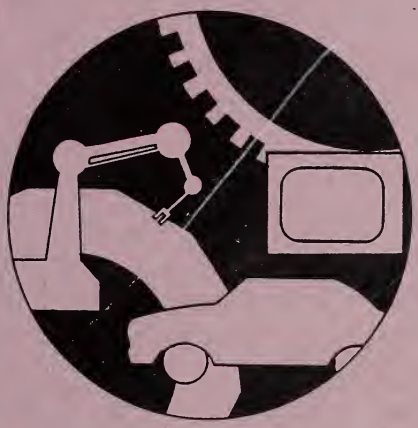
SCIENCES — SECONDAIRE DEUXIÈME CYCLE

Guide d'enseignement

PROGRAMMATION FRANÇAISE



1994 (Provisoire)

age Services Branch

Alberta
EDUCATION

375.35
A432
1994
c.7

CDPCOLSP

UNIVERSITY OF ALBERTA
QUAECUMQUE VERA

EX LIBRIS
UNIVERSITATIS
ALBERTENSIS

Sciences - Secondaire deuxième cycle

Guide d'enseignement

1994 (Provisoire)

Cette publication est destinée aux :

Élèves	
Enseignants	√
Administrateurs (directeurs, directeurs généraux)	√
Parents	
Grand public	
Autres (à spécifier)	

Dépôt légal - Premier trimestre 1994
Bibliothèque nationale du Canada

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (ALBERTA EDUCATION)

Alberta. Alberta Education. Language Services.
Sciences : secondaire deuxième cycle : guide d' enseignement.

Édition provisoire
ISBN 0-7732-1338-4

1. Sciences – Étude et enseignement (Secondaire) – Alberta.
I. Titre.

Q183.4.C22A3.A333 1994 507

Dans le présent document, le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte.

© 1994, la Couronne du chef de la province de l'Alberta, représentée par le ministre de l'Éducation. Alberta Education, Language Services Branch, 11160, avenue Jasper, Edmonton, Alberta, T5K 0L2. Tous droits réservés. En vente par l'entremise du Learning Resources Distributing Centre, 12360 - 142e Rue, Edmonton, Alberta, T5L 4X9, téléphone : (403) 427-2767, télécopieur : (403) 422-9750.

Par la présente, le détenteur des droits d'auteur autorise toute personne à reproduire ce guide d'enseignement, ou certains extraits, à des fins éducatives et sur une base non lucrative.

Bibliothèque Saint-Jean
University of Alberta

REMERCIEMENTS

Alberta Education tient à remercier les personnes et les groupes qui ont contribué à l'élaboration et à la production de ce guide.

Administration

Lloyd Symyrozum, Ph.D.	Directeur, Curriculum Branch, Alberta Education
Morris Treasure, Ph.D.	Directeur adjoint, Curriculum Branch, Alberta Education
Raja Panwar	Directeur de programme, Sciences au secondaire, Curriculum Branch, Alberta Education

Comité consultatif pour les sciences au secondaire deuxième cycle

L'honorable Jim Dinning	Ministre de l'Éducation, membre d'office
Roger Palmer, Ph.D.	Sous-ministre adjoint, Alberta Education
Erich Berndt	Alberta Teachers' Association
Brian Bietz	Energy Resources Conservation Board
Rae Campbell	Association of Professional Engineers, Geologists and Geophysicists of Alberta
George Cormie	Alberta Teachers' Association
Ken Dick	Conference of Alberta School Superintendents
Dr Joe Freedman	Alberta Medical Association
John Gray, Ph.D.	Département de physique, University of Alberta
John James	Southern Alberta Institute of Technology
Harold Millican	Représentant du grand public
Rick Mrazek, Ph.D.	Faculté d'éducation, University of Lethbridge
Douglas Roberts, Ph.D.	Faculté d'éducation, University of Calgary
Linda Robertson	Alberta Federation of Home and School Associations
Keith Roscoe	Grande Prairie Regional College
Sharon Thomas	Représentante du grand public
Peggy Valentine	Alberta School Trustees' Association

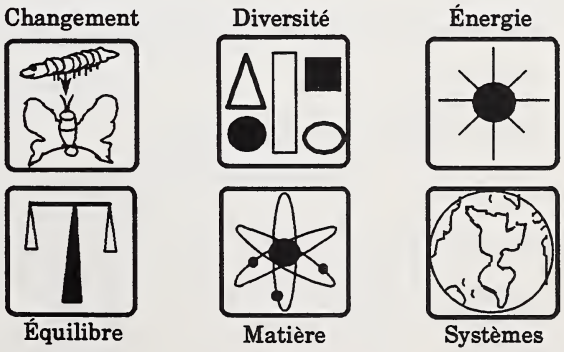
Coordination du projet

Bev Romanyshyn	Curriculum Branch, Alberta Education

Conception des symboles thématiques

Sturgeon Composite High School

Dwayne Germaine	Changement
Chris Weiss	Diversité
Steven Daigle	Énergie
Erik Pasay	Équilibre
Darcy Kennett	Matière
Sean O'Brien	Systèmes



Rédaction

Margaret Ann Armour, Ph.D.	Département de chimie, University of Alberta
David Blades	Département d'éducation - niveau secondaire, University of Alberta
Tara Boyd	Dickensfield Junior High School, Edmonton School District No. 7
Audrey Chastko, Ph.D.	Département de pédagogie curriculaire, University of Calgary
Daryl Chichak	Banque de ressources pédagogiques, Sherwood Park
Terry Grier	Alberta Distance Learning Project, Alberta Education
Desiree Hackman	Curriculum Branch, Alberta Education (Sturgeon School Division No. 24)
Gloria Hodgetts	Strathcona Composite High School, Edmonton School District No. 7
Yvonne Johnston	Student Evaluation Branch, Alberta Education
Dave Jordan	Curriculum Branch, Alberta Education
Heidi Kass, Ph.D.	Département d'éducation - niveau secondaire, University of Alberta
Oliver Lantz, Ph.D.	Curriculum Branch, Alberta Education (Edmonton School District No. 7)
Linda McClelland	William Aberhart High School, Calgary Board of Education No. 19
Rick Mrazek, Ph.D.	Faculté d'éducation, University of Lethbridge
Ed Nicholson	Directeur général adjoint, Lakeland School District No. 5460
Bob Ritter	Département d'éducation - niveau secondaire, University of Alberta (RCSSD No. 7)
Wally Samiroden, Ph.D.	Département d'éducation - niveau secondaire, University of Alberta
Pamela Shipstone	Alberta Distance Learning Centre, Alberta Education
Karen Slevinsky	Harry Ainlay Composite High School, Edmonton School District No. 7
Jennifer Smith	Victoria Composite High School, Edmonton School District No. 7

Révision

Alberta Education, Alberta Distance Learning Centre

Pamela Shipstone	Conseillère en ressources

Alberta Education, Curriculum Branch

George Cormie	Conseiller pédagogique, Biologie 20-30 (Leduc School District No. 297)
Desiree Hackman	Conseillère en ressources et en implantation (Sturgeon School Division No. 24)
John Hoddinott, Ph.D.	Conseiller pédagogique, Biologie 20-30 (University of Alberta)
Bob Holzer	Conseiller pédagogique, Physique 20-30 (Edmonton School District No. 7)

Oliver Lantz, Ph.D.	Conseiller pédagogique, Sciences 10-20-30 (Edmonton School District No. 7)
Bob Ritter	Adjoint aux stages pédagogiques, University of Alberta (RCSSD No. 7)
Stella Shrum	Conseillère pédagogique, Chimie 20-30

Alberta Education, Student Evaluation Branch

Craig Emter	Spécialiste de l'élaboration des tests
Lowell Hackman	Spécialiste de l'élaboration des tests
Yvonne Johnston	Coordinatrice - Examen du diplôme - Mathématiques et sciences
Don Loerke	Spécialiste de l'élaboration des tests

Alberta Education, Bureaux régionaux - Conseillers pour les sciences

Blain Askew	Bureau régional de Grande Prairie
Greg Thomas	Bureau régional de Calgary
Wilf Green	Bureau régional d'Edmonton
Ken Kluchky	Bureau régional d'Edmonton
Fred Nordby	Bureau régional de Red Deer
Terry Rusnack	Bureau régional de Lethbridge

Réviseurs externes

Audrey Chastko, Ph.D.	Département de pédagogie curriculaire, University of Calgary
Bob Ritter	Adjoint aux stages pédagogiques, University of Alberta (RCSSD No. 7)

Validation

Les enseignants responsables de la validation des tests (environ 100 enseignants de 29 écoles secondaires deuxième cycle de l'Alberta)

Version française - Language Services Branch

Traduction	Translation Bureau Gouvernement de l'Alberta
Vérification pédagogique	Jacinthe Moquin Diane Morneau
Vérification linguistique	Anne Genest, Language Services Branch
Coordinatrice du projet	Ghislaine Lavergne, Language Services Branch
Édition	Jocelyne Bélanger, Language Services Branch
Traitement de texte	Josée Robichaud, Language Services Branch

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/sciencessecondai00albe

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements

Première section (S.1) — **Introduction**

Préface

Historique du programme de sciences au secondaire deuxième cycle
Oliver Lantz, Ph.D., Curriculum Branch, Alberta Education

Programmes d'études pour les sciences au secondaire deuxième cycle

Vision d'avenir pour les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle

Raison d'être et philosophie du programme

Attentes générales pour l'élève

Deuxième section (S.2) — **La classe de sciences du XXIe siècle**
Wally Samiroden, Ph.D., University of Alberta

Troisième section (S.3) — **Stratégies d'enseignement**

3A Enseigner à penser
David Blades, University of Alberta

3B Enseigner en vue d'un changement conceptuel
Heidi Kass, Ph.D., University of Alberta

3C L'enseignant en tant que facilitateur
Audrey Chastko, Ph.D., University of Calgary

3D Méthodes d'interrogation
Ed Nicholson, directeur général adjoint, Lakeland School District No. 5460

3E Apprentissage coopératif
Olenka Bilash, Audrey Chastko, Ph.D., University of Calgary

3F Penser et communiquer grâce au langage
Tara Boyd, Edmonton School District No. 7

3G Utilisation efficace du processus de recherche
Teddy Moline, Curriculum Branch, Alberta Education

3H Utilisation des périodiques dans la salle de classe
Desiree Hackman, Curriculum Branch, Alberta Education

3I Le contexte STS
Bob Ritter, University of Alberta (RCSSD No. 7)

3J Questions controversées
Bob Ritter, University of Alberta (RCSSD No. 7)

3K Approche thématique
David Blades, University of Alberta

3L Liens avec l'environnement
Rick Mrazek, Ph.D., University of Lethbridge

3M Liens avec l'agriculture
Daryl Chichak, Banque de ressources pédagogiques

3N La technologie et les médias
Dave Jordan, Curriculum Branch, Alberta Education

3O Connaissances traditionnelles et locales
Tiré du document sur le programme de sciences au secondaire premier cycle produit par le ministère de l'Éducation des T. N. - O. et Gloria Snively, Ph.D.

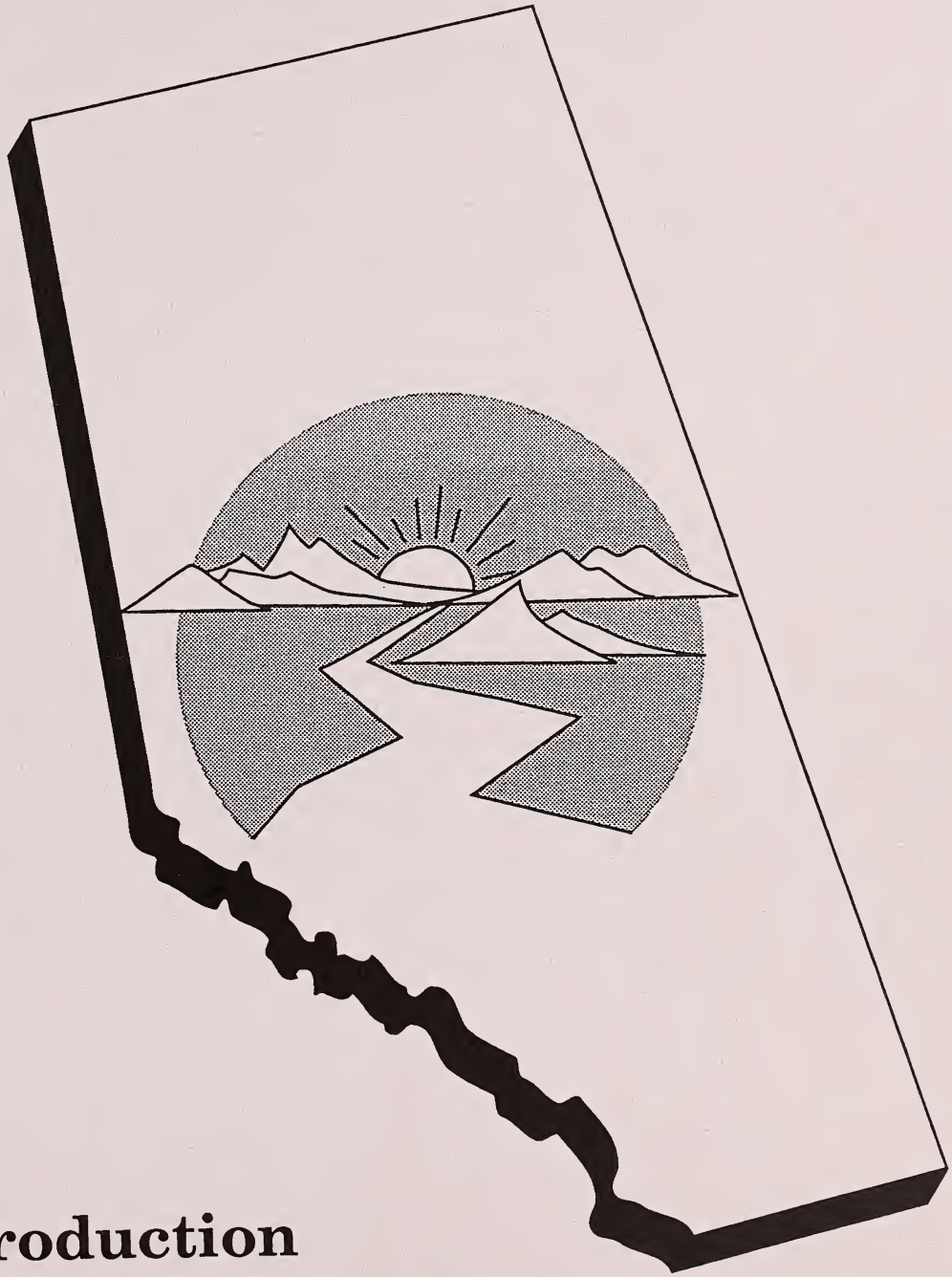
3P Un enseignement non sexiste
Jennifer Smith, Edmonton School District No. 7

3Q La «microchimie» et l'élimination responsable des déchets
Margaret-Ann Armour, Ph.D., University of Alberta

Quatrième section (S.4) — **Préparation et planification**
Desiree Hackman, Curriculum Branch , Alberta Education

Cinquième section (S.5) — **Mesure et évaluation**
Karen Slevinsky, Edmonton School District No. 7
Terry Grier, Alberta Distance Learning Centre, Alberta Education

Sixième section (S.6) — **Ressources**
Vision 1 - Sciences 10
Alberta Education, Language Services Branch



Introduction

PRÉFACE

Sciences – Secondaire deuxième cycle – Guide d'enseignement est conçu pour fournir aux enseignants de l'information pratique qui les aidera à mettre en œuvre les nouveaux programmes de sciences dans leurs classes. Les stratégies de planification, d'enseignement et d'évaluation contenues dans les guides d'enseignement ne sont que des **suggestions** et ne sont donc pas obligatoires. Le programme d'études de chaque matière en particulier décrit ce que les enseignants **doivent** enseigner. Pour que l'enseignant puisse s'y référer facilement, le programme d'études de chaque matière est inclus dans le guide respectif de cette matière.

Dans cette version provisoire du guide d'enseignement, tout comme dans les autres guides, les sections tirées directement des documents obligatoires apparaîtront dans des cases entourées d'une ligne brisée - - -. L'énoncé de **vision** et les **attentes générales pour l'élève** sont communs à tous les programmes de sciences du secondaire deuxième cycle et sont inclus dans ce guide. Ils ne sont pas répétés dans les guides des matières individuelles, où on ne présente que les **attentes spécifiques pour l'élève** pour un cours ou programme donné. L'enseignant de sciences au secondaire deuxième cycle trouvera utile d'avoir à la fois *Sciences – Secondaire deuxième cycle – Guide d'enseignement* et les guides des diverses matières qu'il enseigne. Ces documents complémentaires ont été conçus ainsi afin d'éviter la répétition du texte commun à tous les programmes de sciences.

Au cours du processus de validation de ces programmes, on a encouragé les enseignants engagés dans ce processus à fournir des suggestions visant l'amélioration de ces documents, à partir de leur expérience avec les nouveaux programmes. Tous les guides conserveront leur statut de documents provisoires jusqu'à la fin de la période de validation d'une durée de trois ans, soit en juin 1994. Durant la période de mise en œuvre de la validation, les guides d'enseignement provisoires seront disponibles auprès du Learning Resources Distributing Centre, au fur et à mesure qu'ils seront élaborés.

Tous les guides seront divisés en sections et chaque section sera paginée séparément. Ceci facilitera la révision et la réorganisation des documents provisoires.
Si vous avez des suggestions pour améliorer ce document, veuillez communiquer avec :

Ghislaine Lavergne,
Coordinatrice du projet, Language Services Branch
11160, avenue Jasper
Edmonton (Alberta) T5K OL2

Téléphone : 427-2940
Télécopieur : 422-1947

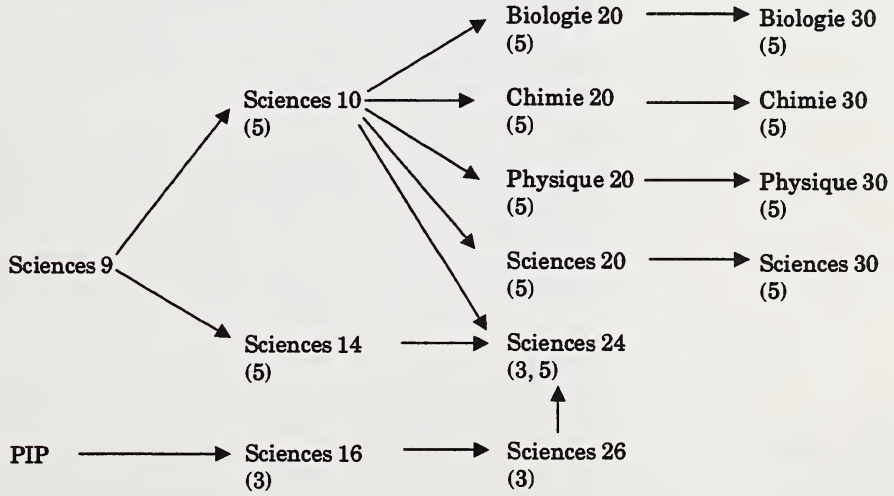
HISTORIQUE DU PROGRAMME DE SCIENCES AU SECONDAIRE DEUXIÈME CYCLE

Oliver Lantz, Ph.D.

Un certain nombre de facteurs ont influencé la création du programme de sciences au secondaire deuxième cycle. Le document d'orientation du ministère de l'Éducation de l'Alberta, *Secondary Education in Alberta* (1985), le rapport du Conseil des sciences du Canada, *À l'école des sciences* (1984) et le rapport de la American Association for the Advancement of Science, *Science for All Americans* (1989), ont été déterminants dans l'établissement des buts, des objectifs et de la structure du programme. Ce programme d'études, qui met l'accent sur les liens entre les sciences, la technologie et la société (STS), a pour but de faire connaître les sciences à tous les élèves. On a tenu compte du développement cognitif des élèves dans le choix et la séquence des sujets dans le programme, la création et le choix des ressources, ainsi que la rédaction des activités suggérées pour le guide d'enseignement.

Ce programme d'études, qui met l'accent sur les liens entre les sciences, la technologie et la société (STS), a pour but de faire connaître les sciences à tous les élèves.

Le tableau ci-dessous illustre les diverses séquences de cours du Programme de sciences au secondaire deuxième cycle, ainsi que le nombre de crédits par cours, indiqué entre parenthèses.



En 1984, le ministère de l'Éducation de l'Alberta s'est lancé dans une étude approfondie de l'éducation au secondaire dans la province. La révision des programmes a abouti à un énoncé de politique intitulé *Secondary Education in Alberta*, publié en juin 1985. Cet énoncé établissait les exigences du

diplôme d'études secondaires pour les finissants du secondaire deuxième cycle et déclarait qu'un minimum de trois cours de sciences (15 crédits) était requis pour le diplôme supérieur d'études secondaires. En 1993, la révision de l'éducation au secondaire en Alberta a contribué à offrir un enseignement des sciences bien équilibré aux élèves qui choisissent de prendre le minimum de crédits en sciences (10 crédits) pour le diplôme général d'études secondaires.

Le public appuie l'étude des sciences en tant que discipline importante et reconnaît l'impact et l'influence de la science sur notre vie quotidienne.

La révision portant sur l'éducation au secondaire en Alberta a aussi permis à un large éventail de personnes et de groupes venant du monde enseignant et du grand public de faire part de leurs suggestions. Un Comité consultatif ministériel a été nommé pour passer en revue les soumissions et formuler plusieurs recommandations visant des changements. En ce qui concerne les sciences, le Comité ministériel consultatif a fait l'observation suivante :

> «Le public appuie l'étude des sciences en tant que discipline importante et reconnaît l'impact et l'influence de la science sur notre vie quotidienne par le biais de ses applications dans l'industrie, l'agriculture, la foresterie, et d'autres domaines essentiels au bien-être social et économique de l'Alberta. Il faut accentuer le rôle des sciences dans la société, en tenant compte de son application, des retombées sociales et environnementales qu'ont les découvertes scientifiques, ainsi que des questions morales et éthiques qui accompagnent l'utilisation des connaissances scientifiques.»

L'énoncé de politique, *Secondary Education in Alberta*, demandait au nouveau programme de sciences du secondaire deuxième cycle de mettre l'accent sur les idées et principes scientifiques fondamentaux ainsi que sur leur application dans notre univers. En vertu de cette politique, le nouveau programme de sciences du secondaire met l'accent sur l'imbrication sciences-technologie-société. Le but de l'approche STS est d'offrir aux élèves de l'Alberta une formation scientifique plus équilibrée, but sur lequel s'entendent les éducateurs au Canada et ailleurs dans le monde.

SCIENCES, TECHNOLOGIE, SOCIÉTÉ ET PROGRAMMES D'ÉTUDES

En 1984, le Conseil des sciences du Canada publiait un rapport, *À l'école des sciences : la jeunesse canadienne face à son avenir*, au terme d'une étude de quatre ans sur l'enseignement des sciences au Canada.

L'une des recommandations centrales de ce rapport était d'enseigner les sciences à tous les niveaux scolaires, et de se pencher et d'insister sur le lien entre les sciences, la technologie et la société (STS), en vue d'accroître les connaissances scientifiques de tous les citoyens. Les recommandations du Conseil des sciences s'accordent avec les objectifs du mouvement international STS. Depuis plus de dix ans, les éducateurs d'Australie, de Grande-Bretagne, des États-Unis et du Canada expriment leur inquiétude devant l'étroitesse des programmes de sciences en vigueur au secondaire et devant la façon d'enseigner les sciences, qui ne parvient pas à rendre ces dernières pertinentes pour les élèves. Dans le passé, les programmes de sciences avaient tendance à mettre l'accent sur les aspects théoriques de la structure de la discipline, tout en faisant peu pour faire ressortir les liens qui existent entre la science, la technologie et la société. L'approche STS élargit la base de l'enseignement des sciences en intégrant dans le programme de sciences des présentations exactes de la nature de la science, de la nature de la technologie et de leurs façons d'interagir réciproquement ainsi qu'avec la société.

La technologie est souvent le point de contact principal que les personnes ont avec la science.

Pour former des citoyens responsables, dotés de connaissances scientifiques, l'enseignement doit être centré sur le développement de l'élève en tant que membre de la société, intelligent et soucieux des autres, plutôt que de ne viser qu'un ensemble de connaissances isolé du contexte social. Il est essentiel pour la société que l'on utilise les connaissances scientifiques de façon judicieuse, en se souciant du bien-être de tous les membres de la société. Les élèves acquerront mieux les connaissances nécessaires leur permettant d'agir de façon responsable s'ils sont convaincus que ces connaissances sont pertinentes. En d'autres mots, l'accent mis sur le lien STS dans l'enseignement des sciences vise trois buts : il aide à garantir que les élèves acquièrent des connaissances scientifiques, tout en apprenant à agir de manière responsable dans leur milieu social, et les motive à s'impliquer dans leur apprentissage des sciences.

La technologie est souvent le point de contact principal que les personnes ont avec la science. Les élèves du secondaire sont intrigués par le renouvellement perpétuel de gadgets et de procédés qui caractérise notre époque. Il existe donc une occasion extraordinaire, lorsqu'on traite du lien entre science et technologie, de rendre la matière vivante. La science traite de gravité et de friction, mais la technologie nous donne la roue. La science demande «pourquoi», alors que la technologie demande «comment». La science vise à accroître la compréhension de l'être humain et sa capacité à expliquer la nature. La technologie vise à développer des appareils ou procédés qui ont des buts pratiques.

La connaissance des sciences est un but important de l'éducation au secondaire, car elle permet de poser certaines questions essentielles et d'y répondre.

La science et la technologie affectent tous les aspects de la vie quotidienne des Canadiens. La science comme la technologie sont impliquées dans des domaines aussi divers que les communications, les voyages, l'agriculture et la gestion des déchets. Mais qu'est-ce que la science et qu'est-ce que la technologie? Est-ce la même chose ou non? Comment la science et la technologie affectent-elles la société? Comment la société contrôle-t-elle la science et la technologie? Si les élèves doivent devenir des citoyens éclairés, qui contribuent de manière positive à la société en constante évolution, ils auront besoin de connaître les réponses à ces questions. La connaissance des sciences est un but important de l'éducation au secondaire, car elle permet de poser certaines questions essentielles et d'y répondre.

Un individu qui fait preuve d'une culture scientifique possède les caractéristiques suivantes :

- il démontre une connaissance d'usage et une compréhension pratique des sciences;
- il est capable d'évaluer une preuve scientifique;
- il comprend les processus de développement des connaissances scientifiques et il est capable d'adapter ces processus à son usage personnel;
- il applique les concepts, théories et processus à l'examen de problèmes quotidiens;
- il comprend le rapport qui existe entre la science et la technologie;
- il démontre qu'il est conscient de la façon dont la science et la technologie peuvent opérer selon un mode responsable dans un contexte social;
- il reconnaît les limites et l'utilité de la science et de la technologie dans la promotion du bien-être de l'humanité;
- il démontre un intérêt soutenu envers la science et la technologie.

Le Programme de sciences au secondaire deuxième cycle est conçu pour cultiver ces caractéristiques chez l'élève.

THÈMES

Les thèmes fournissent un moyen de montrer les liens entre les disciplines scientifiques et les sous-disciplines au sein de tous les nouveaux programmes de sciences du secondaire deuxième cycle. Les six grandes idées explorées au secondaire deuxième cycle - changement, diversité, énergie, équilibre, matière et systèmes - sont, dans les sciences en général, des grands concepts qui lient les structures théoriques des disciplines scientifiques. Ces idées ou thèmes fournissent aux enseignants un cadre qui leur permet de montrer aux élèves comment s'intègrent différents éléments

de leurs apprentissages, de se concentrer sur les grands principes scientifiques et de bien insister sur l'importance de comprendre les idées et concepts fondamentaux des sciences.

Changement

Dans notre étude du changement, nous nous concentrons souvent sur ce qui reste constant.

La compréhension des schémas et des causes du changement nous aide à faire des prédictions et, dans une certaine mesure, à contrôler le changement. Les changements peuvent être constants, cycliques ou irréguliers et les systèmes ou processus peuvent révéler plus d'une sorte de changement. Dans notre étude du changement, nous nous concentrons souvent sur ce qui reste constant; par exemple, la conservation de la masse, la conservation de l'énergie et la conservation de la charge.

Les changements cycliques, tout en étant communs aux systèmes vivants, se retrouvent dans les systèmes de rétroaction, la périodicité, le climat, le cycle de l'eau, de l'azote, du carbone et de l'oxygène. Dans les sciences de la Terre, le changement se manifeste par les cycles tectoniques de formation des montagnes, de mouvement des plaques et de subduction. En chimie, les changements chimiques dans les réactions constituent des exemples évidents. En physique, les changements dus à la pesanteur dans l'énergie, le moment et la position des objets sont d'autres exemples. L'évolution est le changement possédant une orientation, le temps. Les formes vivantes ont évolué, comme l'a fait la Terre et, en fait, l'univers. L'évolution est un principe central d'organisation des sciences de la vie.

Diversité

La diversité se rapporte au vaste ensemble de matière vivante et non vivante. Elle résulte souvent du changement.

La diversité se rapporte au vaste ensemble de matière vivante et non vivante. Elle résulte souvent du changement. Comprendre la diversité nous aide à classifier et à distinguer les diverses formes de matière vivante et non vivante et leur relation mutuelle. Si la matière se présente sous une variété de formes, il y a par contre, sous sa surface, une structure de base commune.

La matière existe sous une variété de formes, d'éléments et de composés en chimie, de particules subatomiques en physique

et de types de roches en géologie. La diversité dans les systèmes vivants est importante pour les êtres humains. Nous dépendons des réseaux alimentaires pour obtenir l'énergie et les matériaux nécessaires à la vie. Si des perturbations mineures des réseaux peuvent être réversibles, des perturbations majeures peuvent aboutir à des changements pour lesquels on ne peut faire marche arrière. La variété des formes vivantes de la Terre se voit non seulement dans les ressemblances et différences anatomiques et comportementales chez les divers organismes, mais aussi dans les ressemblances et différences dans les molécules. Les molécules d'ADN, par exemple, n'apparient que quatre sortes de molécules plus petites, mais c'est leur séquence exacte qui code l'information génétique. On peut déduire la similarité ou la disparité des organismes d'après leur séquence d'ADN.

Énergie

L'énergie existe sous bien des formes. Elle fournit aux systèmes vivants la capacité de croître et de se reproduire et elle est à la base de tous les changements chimiques et physiques. La compréhension de l'énergie est fondamentale à l'explication de processus aussi divers que le métabolisme, la dérive des continents et les réactions nucléaires.

L'énergie fournit aux systèmes vivants la capacité de croître et de se reproduire et elle est à la base de tous les changements chimiques et physiques.

On retrouve ce thème, qui relie diverses disciplines, dans les sciences physiques et biologiques. Nombre de phénomènes étudiés dans les sciences physiques font intervenir des conversions d'une forme d'énergie à une autre. Dans les sciences biologiques, le flux d'énergie commande le métabolisme, la croissance et le développement. Le transfert d'énergie dans les écosystèmes détermine la façon dont les organismes interagissent par le biais des niveaux trophiques présents dans les communautés. Les premier et le deuxième principes de la thermodynamique s'appliquent à tous les changements d'énergie qui ont lieu dans la nature.

Équilibre

L'équilibre est un état dans lequel des forces ou processus qui s'opposent se compensent ou semblent être au repos et le resteront jusqu'à ce qu'un changement soit imposé au système. L'idée d'équilibre nous aide à comprendre et à faire des prédictions sur les changements imposés à des choses

L'équilibre peut être statique ou dynamique, mais dans les deux cas il s'établit un contrepoids au changement.

telles que l'écosystème, les mécanismes homéostatiques, les réactions chimiques et les forces en équilibre.

Le thème de l'équilibre peut s'appliquer aux systèmes qui ont atteint l'état de repos. Par exemple, lorsqu'une pierre tombe et s'immobilise, toutes les forces sont en équilibre et tous les processus de changement semblent s'être arrêtés. Dans les écosystèmes où les membres de chaque espèce meurent au même rythme qu'ils se reproduisent, un équilibre s'est établi. L'équilibre peut être statique ou dynamique, mais dans les deux cas il s'établit un contrepoids au changement. La rétroaction est un élément important qui permet de garder en équilibre certains systèmes comme le corps humain. De tels mécanismes peuvent tomber en panne si les conditions tombent en dehors de la gamme normale de fonctionnement.

Matière

C'est la matière qui constitue le monde physique et, comme l'énergie, elle existe sous une variété de formes. Pourtant, malgré les apparences, chaque chose est faite d'un nombre relativement petit d'éléments fondamentaux combinés de diverses façons. Tout comme l'énergie subit des changements et se retrouve sous de multiples formes, la matière peut être vue comme étant formée d'atomes et de molécules qui peuvent se recombiner de différentes façons pour donner de nouvelles formes. En chimie, la compréhension de la structure subatomique et de la liaison chimique nous éclaire sur le comportement de nombreux systèmes physiques. Les changements dans les noyaux atomiques sont reliés à la structure de base de la matière, et les effets peuvent aller de la fission à la fusion, ou de la transmutation des éléments à la synthèse de nouveaux éléments.

Tout comme l'énergie subit des changements et se retrouve sous de multiples formes, la matière peut être vue comme étant formée d'atomes et de molécules qui peuvent se recombiner de différentes façons pour donner de nouvelles formes.

Le comportement de la matière dépend de son état physique et sous-tend les transformations de phases, la pression, les vagues aquatiques, les ondes sonores, les tremblements de terre, les changements de température et le mouvement brownien. En biologie, le comportement de la matière à l'état liquide amène à mieux comprendre la circulation sanguine, la respiration et la fonction d'organes comme les reins. La fonction de l'ADN aussi est reliée à la séquence spécifique des molécules qui code l'information génétique. Ce sont ces indications génétiques qui régissent les fonctions de la cellule.

Dans les écosystèmes, la matière est recyclée et conservée sous forme de carbone, d'azote, de phosphore et d'oxygène. Ainsi, dans un réseau alimentaire, la synthèse et la consommation de matière s'accompagnent de changements dans l'énergie. Vu que les organismes meurent et se décomposent au même rythme auquel est synthétisée la nouvelle vie, la masse totale des organismes vivants est constante et il y a un flux cyclique de matière, allant de l'ancienne à la nouvelle vie.

Systèmes

Le fait de penser en termes de systèmes nous permet de mieux comprendre les différentes parties du système, leur action réciproque et la façon dont un système interagit avec un autre.

Les objets, organismes, processus, machines ou n'importe quel ensemble d'éléments qui possèdent un lien ou exercent une influence réciproque, peuvent être vus comme un système. Le fait de penser en termes de systèmes nous permet de mieux comprendre les différentes parties du système, leur action réciproque et la façon dont un système interagit avec un autre. Que l'on étudie un écosystème ou un système solaire, on doit inclure suffisamment de parties pour que leur relation réciproque ait du sens. Si l'on voulait, par exemple, étudier le transfert d'énergie dans un écosystème, on devrait inclure la quantité d'énergie solaire absorbée et la décomposition des organismes morts, et ne pas tenir compte du rapport prédateur-proie.

Les systèmes ont des entrées et des sorties. Par exemple, l'air et le combustible dans un moteur sont des entrées; les gaz d'échappement, la chaleur et le travail mécanique sont des sorties. Une partie de la sortie peut être alimentée dans une autre partie du système. Cette rétroaction sert généralement de contrôle, et les mécanismes homéostatiques en sont un bon exemple.

QUANTIFICATION DANS LES SCIENCES

Les mathématiques imprègnent toutes les sciences, surtout les sciences appliquées. En sciences, les mathématiques fournissent des outils permettant d'analyser les données et de découvrir les schémas répétitifs et les rapports. Les mathématiques sont le langage des sciences physiques; elles fournissent les règles qui permettent de procéder à l'analyse rigoureuse des idées et des données scientifiques. En sciences, on a souvent recours aux processus fondamentaux de quantification pour transformer les idées abstraites en applications concrètes. Pour faire progresser la compréhension de la transformation de la matière, de l'énergie, du changement et de l'équilibre, la quantification est nécessaire.

La quantification peut servir de mode abrégé de communication d'une idée sous forme d'énoncé précis des rapports quantitatifs entre les variables, et elle rend possible les généralisations sous forme numérique, symbolique et graphique. Elle permet la création de modèles, qui aident les savants dans d'autres disciplines à chercher de nouvelles structures et de nouveaux éclaircissements.

NIVEAU COGNITIF

La taxonomie de Bloom peut servir à déterminer le niveau cognitif nécessaire aux élèves pour accomplir des tâches particulières - savoir, comprendre, appliquer, analyser, faire la synthèse ou évaluer.

Catégories de Bloom	Capacités intellectuelles	Niveaux cognitifs
Acquisition des connaissances (AC)	connaissance de faits particuliers, terminologie, concepts, conventions, techniques, théories, principes ou schémas conceptuels	Concret
Compréhension (C)	identifier, transposer, décrire, sélectionner, traiter, interpréter, estimer, extrapoler ou présenter de l'information sous forme de relation fonctionnelle	Concret
Application (Ap)	appliquer les connaissances et la méthode scientifique à des problèmes peu familiers	Concret évolué ou formel élémentaire
Analyse (An)	analyser, reconnaître, interpréter, évaluer et établir des liens entre divers problèmes, énoncés, théories, principes, situations ou modèles	Concret évolué ou formel élémentaire
Synthèse (S)	déduire, dériver, formuler, créer, réviser, raffiner, élargir, généraliser, sélectionner ou élaborer des opérations, communications, expériences, modèles et rapports	Formel
Évaluation (É)	justifier, argumenter, résoudre, recommander, juger, critiquer, prouver, soutenir, mesurer, choisir, valider, sélectionner, classer	Formel

Quand on précise la catégorie de Bloom et qu'on tient compte du niveau cognitif de l'élève, on peut mettre au point les stratégies d'enseignement qui conviennent. Un grand nombre d'élèves de Sciences 10 fonctionneront au niveau des opérations concrètes, un faible pourcentage démontrant des capacités intellectuelles au niveau des opérations formelles. Il est donc essentiel que les enseignants qui se lancent dans l'instruction de concepts et habiletés appartenant au niveau supérieur des catégories de Bloom (niveaux de cognition plus élevés que ceux auxquels opèrent la majorité des élèves) utilisent des stratégies d'enseignement mettant en jeu une forte conceptualisation. Ces concepts et habiletés supérieurs doivent être solidement ancrés dans le vécu personnel de l'élève et doivent être très concrets. Les prolongements doivent également être aussi concrets et aussi pertinents que possible pour chaque élève.

SCIENCES

VISION POUR LES PROGRAMMES DE SCIENCES AU NIVEAU SECONDAIRE DEUXIÈME CYCLE

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle aideront tous les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique nécessaire pour fonctionner en tant que membres efficaces de la société. Les élèves pourront poursuivre des études et des carrières en sciences et acquérir une meilleure compréhension d'eux-mêmes et du monde qui les entoure. À cette fin, on a préconisé une philosophie d'apprentissage commune à tous les niveaux d'études et on a identifié des composantes appropriées au programme d'études. Ces composantes comprennent les connaissances, habiletés et attitudes que sont tenus d'acquérir les élèves.

Dans les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle, les élèves se concentrent sur l'apprentissage de l'interconnexion des grandes idées et principes scientifiques. Ces idées, ou principes de base, émanent de connaissances scientifiques qui transcendent et unifient les disciplines des sciences naturelles. Ces idées majeures comprennent notamment le changement/la transformation, la diversité, l'énergie, l'équilibre, la matière et les systèmes; le processus par lequel on développe le savoir scientifique, y inclus le rôle de la preuve expérimentale; ainsi que les rapports entre les sciences, la technologie et la société. Ces idées constituent aussi le cadre pédagogique du programme d'études et établissent le continuum avec les programmes du premier cycle, tout en se greffant à l'acquis des élèves.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle accordent une plus grande importance au développement des méthodes d'enquête qui caractérisent l'étude des sciences. Les élèves devront parfaire, par exemple, leur habileté à répondre à des questions, à faire des enquêtes et des expériences; ils devront recueillir, analyser et évaluer des informations scientifiques, et vérifier des principes scientifiques ainsi que l'application de ceux-ci. Ils relèveront les défis inhérents à la résolution de problèmes et apprendront à utiliser la technologie de façon prudente et efficace. En ayant ainsi l'opportunité de développer et d'appliquer leurs habiletés, les élèves pourront mieux comprendre les connaissances qu'ils ont acquises.

On s'attend à ce que les élèves démontrent une appréciation des divers rôles des sciences et de la technologie dans leur compréhension de la nature et qu'ils y rattachent une importance dans leur quotidien. Les élèves démontreront de l'enthousiasme et une attitude positive vis-à-vis des sciences.

Le contexte d'apprentissage fait partie intégrante des programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle. Le contexte a pour but d'encourager chez les élèves le développement d'attitudes formatrices et d'habiletés de base, d'accroître leur compréhension du savoir et des processus scientifiques, et de les inciter à établir des rapports entre les sciences, la technologie et la société. Le contexte d'apprentissage sera pertinent à la vie des élèves, de sorte à leur permettre de vivre les sciences de façon intéressante et dynamique. Les opportunités

d'apprentissage seront d'autant plus probantes qu'elles fourniront des expériences concrètes que les élèves peuvent associer à leur univers.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle sont centrés sur les élèves. Ces derniers participent activement à leur apprentissage et en assument une responsabilité toujours plus grande.

Ce cadre pédagogique a été utilisé dans l'élaboration des programmes de Sciences 10-20-30, Biologie 20-30, Chimie 20-30, Physique 20-30, Sciences 14-24, et Sciences 16-26. Ces programmes d'études sont axés sur une raison d'être et une philosophie communes à tous les niveaux d'apprentissage, et sont assortis d'un ensemble cohérent d'objectifs et d'attentes générales de l'élève. De plus, chaque programme comprend un ensemble d'attentes d'apprentissage spécifiques et de normes de réussite/d'évaluation.

SCIENCES – SECONDAIRE DEUXIÈME CYCLE

A. RAISON D'ÊTRE ET PHILOSOPHIE DU PROGRAMME

Les sciences sont par nature intéressantes, passionnantes et dynamiques. L'étude des sciences donne aux élèves l'occasion d'explorer et de comprendre le monde naturel, et de prendre conscience de l'importance des sciences dans leur vie. Un apprentissage positif se fait quand l'étude des sciences se rapporte à ce que les élèves savent déjà, estiment personnellement utile et considèrent significatif. Les jeunes apprennent le mieux à partir d'expériences concrètes qui présentent une vue authentique des sciences. Au secondaire deuxième cycle, les élèves étudient les sciences dans des contextes significatifs et entreprennent des activités positives qui facilitent le transfert de connaissances à des contextes nouveaux. Ceci encourage les élèves à continuer à étudier les sciences toute leur vie et à les apprécier comme une entreprise humaine remarquable, inspirante et stimulante, qui a un impact pratique sur leur vie et sur la société en général.

Les sciences sont expérimentales, créatrices et imaginatives; les méthodes d'enquête caractérisent l'étude des sciences. Au secondaire deuxième cycle, les élèves continuent à développer leur aptitude à poser des questions, à investiguer et à expérimenter; à recueillir, analyser et évaluer l'information scientifique; et à vérifier les lois et principes scientifiques et leurs applications. Ce faisant, les élèves exercent leur créativité et acquièrent des talents de pensée critique. Grâce à l'expérimentation, aux activités de résolution de problèmes et à l'étude indépendante, les élèves acquièrent une compréhension des processus par lesquels les connaissances scientifiques évoluent.

Les sciences au secondaire deuxième cycle sont centrées sur les élèves. Ces derniers sont des apprenants actifs et ils assument une responsabilité toujours plus grande pour leur apprentissage à mesure qu'ils avancent dans le programme. Une étude approfondie des sciences est nécessaire pour donner aux élèves une compréhension des sciences qui les encourage à faire les applications appropriées des concepts scientifiques à leur vie quotidienne. Les élèves sont censés participer activement à leur propre apprentissage; les enseignants jouent le rôle de collaborateurs ou de guides. Le fait d'insister sur les concepts et principes-clés des sciences donne aux élèves une vision plus unifiée des sciences naturelles et une plus grande conscience des liens qui les unissent.

BUTS

Les buts majeurs des sciences au secondaire deuxième cycle sont :

- de développer chez les élèves une compréhension des grandes idées et des principes qui transcendent et relient/unifient les sciences naturelles;
- de fournir aux élèves une meilleure compréhension de la vision, de l'enquête et de l'entreprise du monde scientifique;
- d'aider les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique essentiel à tous les citoyens qui évoluent dans une société dotée d'une culture scientifique;

- d'aider les élèves à prendre des décisions informées sur des études ultérieures ou en vue de faire carrière dans le domaine des sciences; et

- de fournir aux élèves des occasions d'acquérir des connaissances, habiletés et attitudes qui contribuent à leur développement personnel.

Les sciences au secondaire deuxième cycle constituent un programme scolaire intégré qui aide les élèves à mieux comprendre et appliquer les habiletés et concepts fondamentaux qui sont communs à la biologie, à la chimie, à la physique et aux sciences de la Terre. Le programme est axé sur une présentation accessible à des principes scientifiques qui se dégagent d'événements naturels que connaissent les élèves et qui sont à l'origine de la technologie utilisée par ces derniers dans leur vie quotidienne. Le programme encourage l'enthousiasme pour l'entreprise scientifique et crée des attitudes positives face aux sciences vues comme une activité humaine présentant de l'intérêt et ayant une signification personnelle. Il développe chez les élèves les attitudes, les habiletés et les connaissances qui les aideront à devenir capables de se fixer des buts, de faire des choix informés et d'agir de façon à améliorer leur vie personnelle et la vie dans leur communauté, et à s'engager à le faire.

B. ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE

Les attentes générales pour l'élève exposent les nombreuses facettes de la prise de conscience scientifique et servent de fondement aux attentes spécifiques pour l'élève. Les attentes générales pour l'élève sont élaborées dans chacun des modules de sciences au deuxième cycle où l'on préconise le développement conjoint des attitudes, des habiletés et des connaissances.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à faire preuve :

- d'enthousiasme et d'un intérêt soutenu pour les sciences;
- des qualités réelles des scientifiques au travail telles que : le respect des preuves, la tolérance de l'incertitude, l'honnêteté intellectuelle, la créativité, l'objectivité, la persévérance, la coopération, la curiosité et le désir de comprendre;
- d'attitudes positives envers les compétences scientifiques comportant les habiletés mathématiques et de résolution de problèmes;
- d'une ouverture d'esprit et de respect pour le point de vue d'autrui;
- d'une sensibilité pour leur environnement animé et inanimé;
- d'appréciation pour les rôles des sciences et de la technologie dans notre compréhension du monde naturel.

HABILETÉS

On s'attend à ce que les élèves acquièrent et utilisent les processus cognitifs associés à la pratique des sciences pour comprendre et explorer des phénomènes naturels, résoudre des problèmes et prendre des décisions. Ces processus comprennent plusieurs habiletés qui s'acquièrent au cours du programme.

L'ensemble d'habiletés présenté ici suppose que les processus cognitifs sont souvent déclenchés par un problème non résolu ou par une question sans réponse. Règle générale, on doit d'abord définir le problème ou la question à résoudre et formuler des hypothèses avant de procéder à la collecte d'information. À certaines étapes du processus, il faut organiser et analyser l'information. Ce processus peut mener à de nouvelles idées par le biais de prévisions ou d'inférences, et ces nouvelles idées, une fois intégrées aux connaissances antérieures, peuvent établir un nouvel ordre de savoir. On aboutit peu à peu à un résultat tel qu'une solution, une réponse, ou une prise de décisions. Finalement, on établit des critères pour juger des idées et de l'information, de sorte à évaluer tant le processus de résolution de problèmes que les résultats obtenus.

Les habiletés suivantes ne seront pas acquises de façon successive ou séparée. Le processus de réflexion efficace semble être non linéaire et récursif. Les élèves devront faire preuve de souplesse dans l'acquisition d'habiletés et de stratégies; ils devront apprendre à choisir et utiliser une habileté, un procédé ou une technologie qui convient à la tâche, et à le vérifier, le modifier ou le remplacer au besoin par une stratégie plus efficace.

- **Conceptualisation et planification**
  - identifier et énoncer clairement le problème ou la question à l'étude;
  - distinguer entre les données, l'information pertinente et superflue;
  - recueillir et inscrire l'information de base;
  - identifier tous les variables et les contrôles;
  - identifier le matériel et les appareils requis;
  - formuler des questions, hypothèses et/ou prévisions pour orienter la recherche;
  - concevoir et/ou décrire un plan de recherche et de résolution de problèmes;
  - préparer les tableaux ou diagrammes d'observation nécessaires.

- **Collecte et enregistrement des données**

  - exécuter le procédé et le modifier au besoin;
  - organiser et utiliser correctement les appareils et les matériaux, de sorte à recueillir des données expérimentales valables;
  - observer, recueillir et inscrire l'information ou les données minutieusement, selon les consignes de sécurité (ex. : WHMIS) et les considérations écologiques.

- **Organisation et communication des données**

  - organiser et présenter les données de façon claire et concise (thèmes, groupes, tables, graphiques, organigrammes et diagrammes de Venn);
  - communiquer les données de façon plus efficace à l'aide de calculs mathématiques et de statistiques;
  - exprimer les quantités mesurées et calculées au nombre approprié de chiffres significatifs et utiliser les unités SI appropriées pour désigner toute quantité;
  - communiquer les résultats de l'enquête dans un rapport clair et concis.

- **Analyse des données**

  - analyser les données ou l'information pour dépister des tendances, des constantes, des rapports, des indices de fiabilité et d'exactitude;
  - identifier et discuter les sources d'erreur et leur effet sur les résultats;
  - identifier les suppositions, les attributs, les penchants, les affirmations ou les raisons;
  - identifier les idées principales.

- **Rapports, synthèse, intégration**

  - faire des prévisions à partir de données ou de l'information;
  - formuler d'autres hypothèses vérifiables à partir du savoir et des connaissances acquises;
  - identifier d'autres problèmes ou questions à étudier;
  - identifier d'autres solutions possibles;
  - proposer et expliquer ses interprétations ou ses conclusions;
  - élaborer des explications théoriques;
  - établir des rapports entre les données ou l'information et les lois, principes, théories ou modèles identifiés dans l'information de base;
  - résoudre le problème étudié;
  - résumer et communiquer les résultats de l'enquête scientifique;
  - choisir la démarche à suivre.

- **Évaluation du processus et des résultats**

  - établir des critères pour évaluer les données, l'information;
  - considérer les conséquences et les perspectives;
  - identifier les limites des données, de l'information, des interprétations ou des conclusions en fonction des méthodes ou des processus utilisés au niveau de l'expérience, de la recherche, de la conception du projet;
  - proposer d'autres solutions en tenant compte des améliorations à apporter à la technique et au concept expérimentaux;
  - évaluer et faire le bilan des idées, de l'information et des autres solutions.

Lectures supplémentaires

Pour une discussion plus détaillée sur l'intégration des habiletés de raisonnement et de recherche dans le contexte de l'enseignement des sciences, voir les publications de Alberta Education : ***Enseigner à penser*** (1992) et ***Enseignement et recherche*** (1991).

CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

On s'attend à ce que les élèves démontrent leur compréhension des thèmes qui transcendent les limites des disciplines scientifiques et illustrent les liens entre les sciences naturelles, notamment :

- *Changement* : comment toutes les entités naturelles se modifient avec le temps, comment la direction du changement peut être prédite et, dans certains cas, comment le changement peut être contrôlé;

- *Diversité* : l'ensemble impressionnant de formes vivantes et inertes de la matière et les procédés utilisés pour comprendre, classifier et distinguer ces formes à partir des constantes qui reviennent régulièrement;

- *Énergie* : la capacité de faire un travail qui est le moteur d'une grande partie de ce qui se passe dans l'univers grâce à la diversité de ses formes interconvertibles;

- *Équilibre* : l'état dans lequel les forces ou processus opposés s'équilibrent de façon statique ou dynamique;

- *Matière* : les éléments constitutifs et la diversité des états de la matière dans le monde physique;

- *Systèmes* : les groupes intimement liés de choses ou de phénomènes qui peuvent être définis par leurs limites et, dans certains cas, par leurs entrées et sorties.

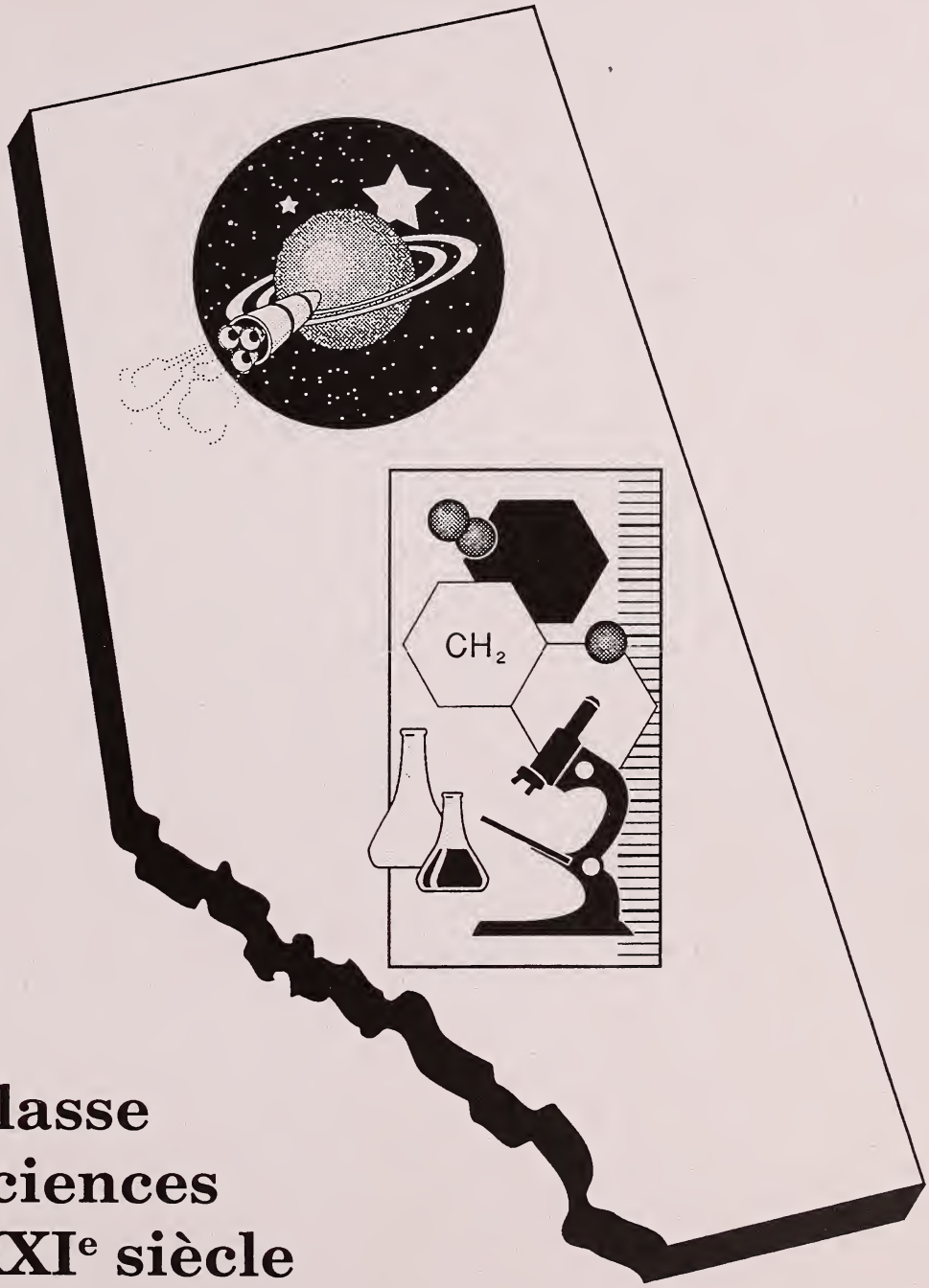
SCIENCES, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ (STS)

On s'attend à ce que les élèves montrent qu'ils comprennent les processus par lesquels les connaissances scientifiques se développent, et les rapports d'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, notamment :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement des produits ou processus, à partir de principes scientifiques;
- l'effet réciproque des progrès scientifiques sur les progrès technologiques;
- l'application de la technologie dans la résolution de problèmes pratiques;
- les limites des connaissances scientifiques et de la technologie;
- l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement et d'employer judicieusement les ressources naturelles afin d'assurer la qualité de la vie des générations futures.

Lectures supplémentaires

Pour des lectures supplémentaires sur l'intégration des rapports sciences-technologie-société en salle de classe, voir la publication de Alberta Education : ***Enseignement des sciences STS : Pour unifier les buts de l'enseignement des sciences*** (1992).



La classe de sciences du XXIe siècle

LA CLASSE DE SCIENCES DU XXIe SIÈCLE

Wally Samiroden, Ph.D.

Les récents résultats de recherche provenant de réponses à des questionnaires et de conversations avec des élèves à l'école ou de diplômés du secondaire ne s'accordent que trop bien à rapporter la poussée d'attitudes négatives envers les sciences à l'école, au fur et à mesure que les élèves poursuivent leurs études, depuis l'élémentaire jusqu'au secondaire deuxième cycle et même plus tard. Les rapports qui font état du bas niveau de «culture scientifique» parmi les élèves encore à l'école, les diplômés du secondaire et la population adulte du Canada sont aussi décourageants. La mise en œuvre d'un programme plus orienté vers l'élève est perçue comme une réponse possible à ces résultats. Un programme de ce genre inclurait des études qui mettent l'accent sur l'interrelation existant entre sciences, technologie et société, et sur la promotion d'intérêts, d'une curiosité intellectuelle et d'une appréciation de la science qui seront permanents. Des études de ce genre verraient d'importants changements dans la classe de sciences du futur, en ce qui concerne la matière, les élèves et l'enseignant.

Les élèves auront, au sujet de la science et de la technologie, des attentes plus réalistes, ce qui leur permettra, dans l'avenir, de fonder leur carrière, leurs décisions politiques et sociales sur une bonne connaissance de la façon dont opèrent la science et la technologie.

Le contenu des cours portera essentiellement sur la présentation d'une vision plus authentique de la science. Les élèves acquerront des connaissances scientifiques et technologiques, une compréhension des concepts, des attitudes positives envers la science, et des habiletés leur permettant de résoudre les problèmes qu'ils pourront transférer dans leur vie quotidienne et qu'ils pourront considérer comme pertinentes à leur avenir. Les concepts et habiletés enseignés en mathématiques, en langue, en études sociales et dans d'autres matières seront appliqués et renforcés chaque fois que ce sera possible. Les études favoriseront une meilleure compréhension de la nature de la science. Les sciences seront présentées comme un effort de la part de l'être humain, effort qui est soumis à un contexte social. Les élèves apprendront comment le climat social et politique peut déterminer si l'activité scientifique est mise en valeur ou ignorée, et si les résultats de la recherche sont bien utilisés. Ils auront, au sujet de la science et de la technologie, des attentes plus réalistes, ce qui leur permettra, dans l'avenir, de fonder leur carrière, leurs décisions politiques et sociales sur une bonne connaissance de la façon dont opèrent la science et la technologie.

Dans des programmes de ce genre, la classe de sciences sera peuplée d'élèves alertes qui participeront activement et voudront discuter de science. Ils auront de l'enthousiasme dans leur résolution de toucher à la science, comme le démontrera leur identification spontanée des problèmes,

controverses et recherches ayant un rapport avec les sciences, ainsi que leur désir de chercher des solutions appropriées. Leur participation dans des activités reliées aux sciences révélera plus de coopération que de compétition. La coopération sera évidente dans l'étude du contenu, la résolution des controverses, la recherche de sujets et durant les enquêtes scientifiques.

Les activités dans la classe de sciences seront pour la plupart «facilitées» plutôt qu'«imposées» par l'enseignant, ce dernier «illustrant» la résolution de problèmes plutôt que présentant des faits et des détails du contenu. Les enseignants seront bien préparés pour faciliter l'étude du contenu du programme. Ils démontreront la façon dont ils utilisent leurs acquis scientifiques et technologiques ainsi que la façon dont ils cherchent et intègrent l'information nouvelle. Ils posséderont et mettront en pratique un vaste répertoire d'approches à l'enseignement et à l'apprentissage. Grâce à la réflexion critique autonome, ils chercheront activement à améliorer leur enseignement et le programme de sciences. Ils multiplieront pour leurs élèves les occasions d'améliorer par la pratique les habiletés requises pour savoir bien mener une enquête scientifique, résoudre des problèmes et prendre des décisions. Ils mettront au point et utiliseront divers moyens pour déterminer les progrès de l'élève touchant le développement de la créativité et des habiletés à résoudre des problèmes ainsi que la compréhension des interactions qui existent entre sciences, technologie et société.

Les activités dans la classe de sciences seront pour la plupart «facilitées» plutôt qu'«imposées» par l'enseignant, ce dernier «illustrant» la résolution de problèmes plutôt que présentant des faits et des détails du contenu.

On cherchera à maximiser l'utilisation que font l'élève et l'enseignant des médias, des ressources technologiques et humaines dans la salle de classe, dans l'école, dans la collectivité et dans le monde. La concentration sur les habiletés permettant d'accéder à l'information courante et de l'utiliser deviendra pratique courante. Les classes et/ou les centres de ressources possèdent de l'équipement et des programmes audiovisuels, des ordinateurs, des modems, des logiciels appropriés, des revues et périodiques scientifiques courants ainsi que des bases de données en direct qui aident à obtenir ce genre d'information.

Lorsqu'on étudie les concepts scientifiques et technologiques dans un contexte sociétal, on leur trouve plus de sens et de pertinence.

Les controverses sociétales et technologiques fondées sur les sciences vont continuer à dominer la scène alors que nous nous apprêtons à aborder le XXIe siècle. Lorsqu'on étudie les concepts scientifiques et technologiques dans un contexte sociétal, on leur trouve plus de sens et de pertinence. Ce sera grâce à la classe de sciences, dans laquelle on insistera sur la résolution de problèmes, sur les concepts et principes scientifiques fondamentaux et pertinents, sur l'interrelation sciences, technologie, société, sur l'impact environnemental

de la science et de la technologie et sur les questions morales et éthiques qui accompagnent l'utilisation des connaissances et de la technologie scientifiques, que les futurs élèves arriveront à acquérir une culture scientifique.

Liste de contrôle pour l'autoévaluation des enseignants de sciences

	Très compétent	Satisfaisant	Amélioration nécessaire
1. Je fais preuve d'ouverture d'esprit et je retiens mon jugement.			
2. Je sais bien manipuler et utiliser l'équipement du laboratoire de sciences.			
3. Dans mon enseignement, je sais appliquer les mathématiques à la collecte, au traitement et à la communication des données.			
4. J'utilise efficacement les habiletés de communication orale et écrite.			
5. Je comprends les facteurs affectant la croissance physique, affective et intellectuelle de mes élèves.			
6. Je suis un expert en ce qui touche au contenu des cours de sciences du secondaire 2e cycle.			
7. Je sais susciter la curiosité intellectuelle chez les élèves.			
8. Je suis conscient de l'existence de ressources qui peuvent améliorer ma classe de sciences et je les utilise.			
9. Je suis capable de décrire l'interrelation entre sciences, technologie et société.			
10. Je suis capable de décrire le lien entre l'énergie et l'écologie dans l'environnement et leurs implications sociales et économiques.			
11. J'essaie de me tenir au courant des impacts sociaux-économiques-environnementaux de la science et des responsabilités sociales et morales des savants.			
12. Je connais assez bien mes élèves pour leur offrir des expériences individuelles uniques en sciences.			
13. Dans mon enseignement, je fais un usage efficace des appareils et du matériel technologiques actuels (vidéos, simulations à l'ordinateur et autres supports audiovisuels).			
14. J'utilise diverses approches pour évaluer le cheminement de l'élève.			

Liste de contrôle pour l'autoévaluation des enseignants de sciences (suite)

	Très compétent	Satisfaisant	Amélioration nécessaire
15. J'utilise une variété de styles et de modes d'enseignement (ex. : enquête menée par l'élève, conférence, démonstration, travail individuel et en groupe, interrogation convergente et divergente, séminaires, présentations de l'élève, simulations).			
16. Je pense à la sécurité durant les activités en classe/en laboratoire et s'il survient une urgence, je peux m'en occuper.			
17. J'offre à mes élèves un environnement d'apprentissage stimulant (sources de données, matériaux pour les expériences, phénomènes à observer, idées).			
18. Je révise mes approches d'enseignement sur une base continue en réponse aux expériences, aux activités des journées de développement professionnel et à la rétroaction des élèves.			

Directives concernant la fiche de contrôle sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences à l'usage de l'évaluateur externe

L'outil d'observation à la page suivante peut seulement offrir des interprétations du point de vue de l'évaluateur. Ce dernier devrait donc, lorsqu'il l'utilise, essayer d'observer l'enseignant et ses élèves dans diverses situations d'enseignement-apprentissage et discuter éventuellement des sessions observées avec l'enseignant et des élèves sélectionnés. Pour donner à l'évaluation un contexte encore plus significatif, il faudrait que l'évaluateur fournisse un bref historique sur sa formation et son expérience relatives à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences ou encore du sujet à l'étude. On suggère ci-dessous un modèle de formulaire qui permet d'obtenir ces renseignements.

Contexte de la classe

Cours _____ Module _____ Sujet _____

Activités d'enseignement/apprentissage

_____

_____

Élèves : Garçons _____ Filles _____

Attitudes générales de la classe envers la matière

_____

_____

Dossier de l'évaluateur

Enseignement antérieur : Sciences ou matières reliées aux sciences

Cours de sciences enseignés	Niveaux des élèves	Années de l'enseignement des cours (ex. : 19 ___ à 19___)

Formation dans les matières et expérience d'enseignement relatives aux domaines scientifiques

_____

_____

_____

_____

Fiche de contrôle sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences à l'usage de l'évaluateur externe

		Entièrement d'accord		En complet désaccord	
A)	**Durant l'enseignement du cours de Sciences 10, cet enseignant :**	**1**	**2**	**3**	**4**
1.	met l'accent sur la compréhension des concepts.				
2.	insiste sur les faits et concepts scientifiques.				
3.	insiste sur l'application des lois et principes.				
4.	développe les habiletés de traitement de l'information scientifique pour en faire des outils.				
5.	souligne l'utilisation des processus de résolution de problèmes dans la prise de décisions personnelle.				
6.	souligne les relations entre les diverses sciences; étudie rarement un seul domaine scientifique et technologique sur une longue période.				
7.	insiste sur l'application du processus d'apprentissage et du processus scientifique ainsi que sur la pertinence sociale de la science et de la technologie.				
8.	offre à l'élève l'occasion de diriger lui-même ses recherches.				
9.	encourage les élèves à discuter des questions sociétales fondées sur les sciences.				
B)	**Durant le cours de Sciences 10, ces élèves :**	**1**	**2**	**3**	**4**
1.	font et utilisent des prédictions raisonnables.				
2.	font des inférences raisonnables.				
3.	organisent une séquence logique de pensée (oralement et par écrit).				
4.	élaborent des définitions opérationnelles.				
5.	placent des concepts connexes dans des cadres plus vastes.				
6.	utilisent des symboles scientifiques communs.				
7.	planifient et réalisent des expériences de collecte de données.				
8.	appliquent les principes scientifiques appropriés à la résolution de problèmes.				
9.	appliquent le contenu et les processus scientifiques à d'autres aspects de leur vie.				
10.	reconnaissent les interrelations des progrès scientifiques, des applications technologiques et des valeurs sociétales.				

Liste de contrôle de la perception de l'élève

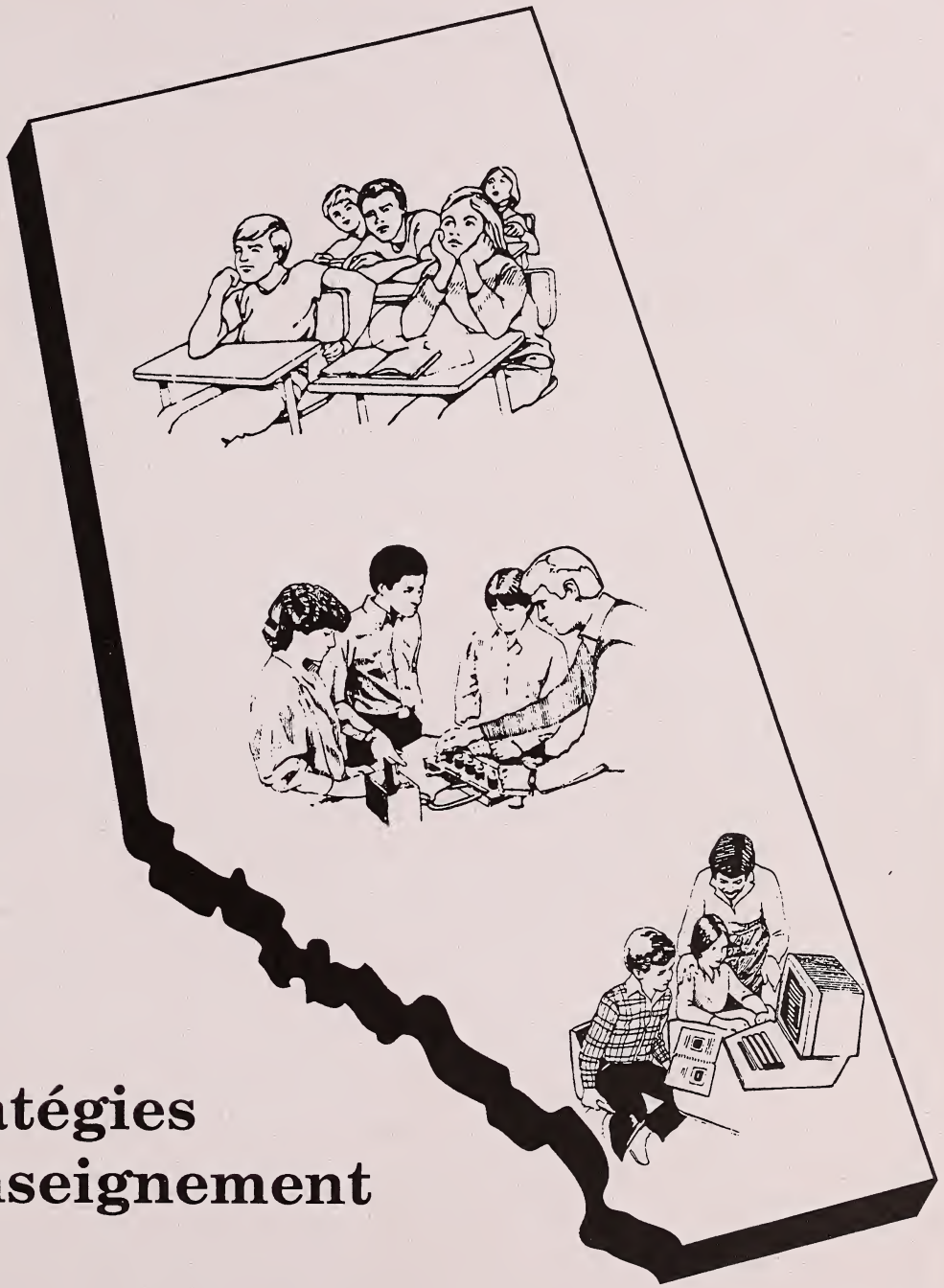
La liste de contrôle ci-dessous vise à recueillir les perceptions de l'élève dans trois domaines pédagogiques :

a. méthodes d'enseignement et contenu des cours de sciences;
b. organisation des classes de sciences;
c. utilisation de matériel d'enseignement et d'apprentissage.

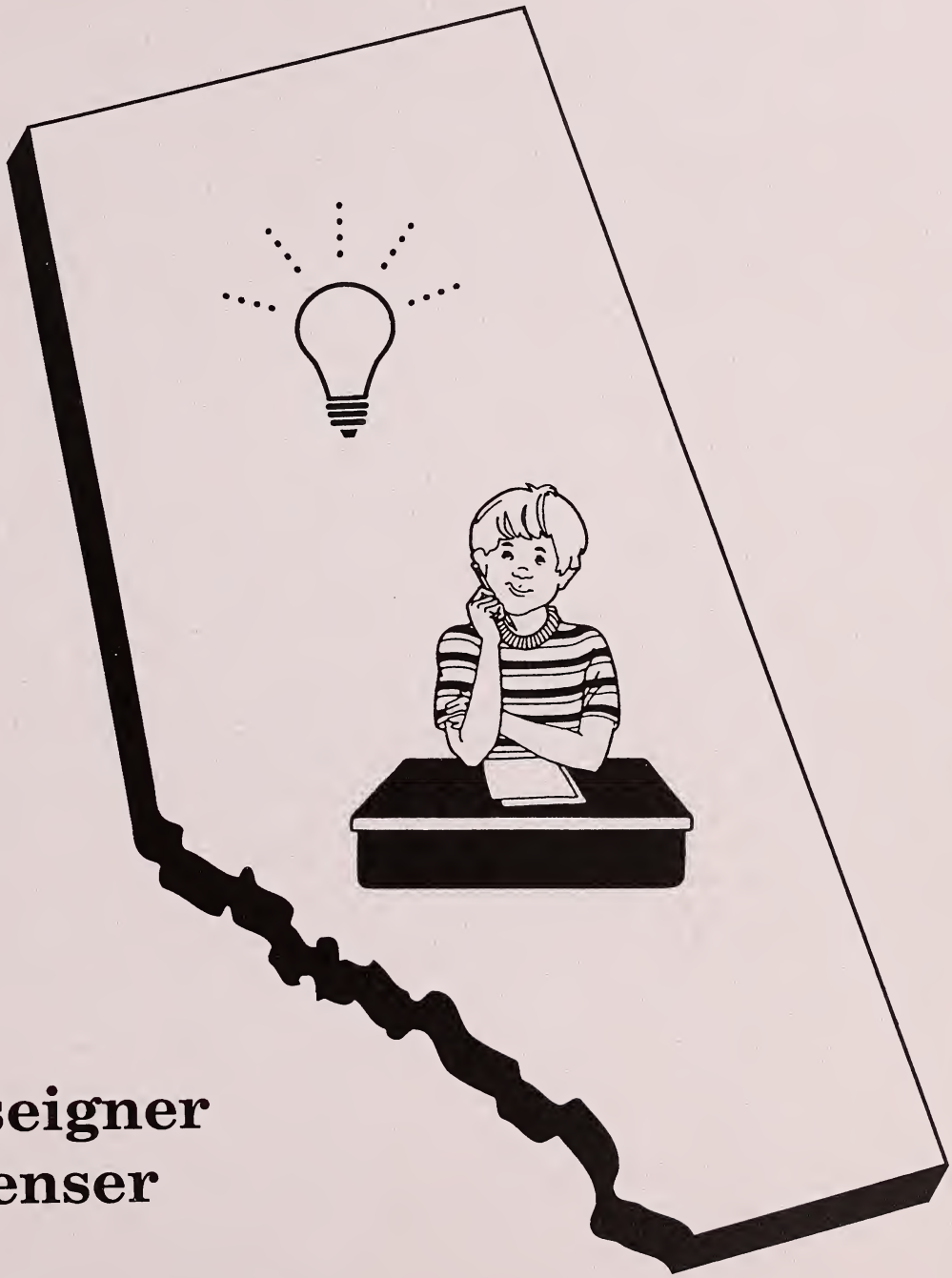
Il y a sept énoncés pour chacun des domaines, et chaque énoncé est identifié par une lettre. En donnant aux élèves cette liste à remplir, on devrait les encourager à donner la première réponse qui leur vient à l'esprit. Les réponses peuvent être quantifiées si l'on attribue à chaque réponse positive (pourrait être «D'accord» ou «Pas d'accord», dépendant du contexte de l'énoncé) une valeur de 3 et à chaque réponse négative une valeur de 1. Toute réponse tombant dans la catégorie «non approprié» recevrait une valeur de 2.

Remarque : la colonne a, b et c (à gauche) ne doit pas paraître sur la copie de l'élève.		D'accord (a)	Pas d'accord (d)	Non approprié (n)
b	1. Mon enseignant m'a beaucoup parlé des sciences dans ce cours.			
a	2. Je voudrais apprendre bien plus dans le cours de sciences.			
b	3. En sciences, j'ai surtout travaillé en petits groupes.			
a	4. Les sciences que j'ai apprises m'aident dans ma vie quotidienne.			
b	5. Dans ce cours, j'ai fait plus d'expériences en sciences que dans les années précédentes.			
c	6. Notre livre de sciences est très intéressant.			
c	7. Je me suis souvent servi de l'équipement et du matériel dans ce cours.			
a	8. On devrait avoir plus de cours de sciences.			
b	9. J'avais souvent de la difficulté à comprendre les activités et expériences dans ce cours.			
c	10. C'est plus intéressant de travailler avec du matériel scientifique que de lire le livre de l'élève.			
b	11. J'ai bien aimé les leçons de sciences sur film/vidéo.			
a	12. Ce cours a été une perte de temps.			
c	13. L'utilisation des programmes d'ordinateur en sciences était très utile.			
a	14. J'aime bien regarder les programmes scientifiques à la télévision et lire sur les sciences.			
c	15. Les discussions sur les questions de sciences étaient très profitables.			
c	16. L'équipement scientifique est difficile à utiliser.			

	Remarque : la colonne a, b et c (à gauche) ne doit pas paraître sur la copie de l'élève.	D'accord (a)	Pas d'accord (d)	Non approprié (n)
a	17. Je me sentais stupide quand j'essayais d'apprendre des choses dans le cours de sciences.			
b	18. J'apprends mieux lorsqu'on fait des expériences.			
a	19. Durant les cours de sciences, les élèves parlent plus que l'enseignant.			
b	20. J'ai plus appris sur les sciences dans ce cours que dans n'importe quel autre cours de sciences.			
c	21. En général, le matériel utilisé ne m'aide pas à trouver la «bonne» réponse.			



Stratégies d'enseignement



Enseigner à penser

TENIR COMPTE DES HABILETÉS DE PENSÉE DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

L'enseignement des sciences offre de multiples occasions pour les élèves de développer leurs habiletés de pensée. Les sciences reflètent, sur le plan de la méthode, l'instinct de curiosité de l'être humain et, sur le plan philosophique, son désir de connaître et de comprendre. Concevoir des sujets de recherche, inventer des noms pour de nouvelles espèces, construire des modèles pour représenter ne sont que quelques exemples du rôle de la créativité. Explorer les rapports entre recherche scientifique et revendications sociales, évaluer les arguments, interpréter la preuve ne sont que quelques moyens par lesquels l'enseignement des sciences peut encourager les élèves à penser de façon critique. La simple joie de regarder un papillon émerger de son cocon, ou d'apprendre à connaître les étoiles, dans une classe de sciences ou lors d'une excursion, rappelle aux élèves l'importance de l'émerveillement dans notre vie.

Une définition pratique de la métacognition est «la pensée sur la pensée».

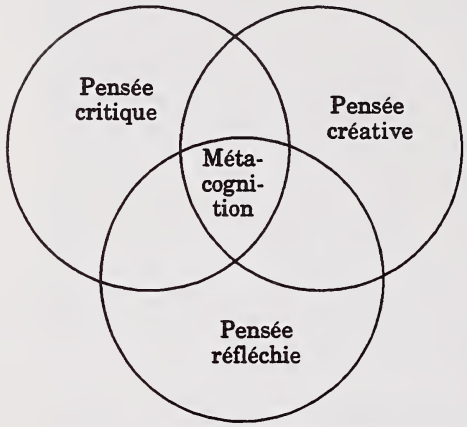
Penser est, bien sûr, une activité hautement complexe, dynamique et intégrée. Pour mieux comprendre la pensée, nous pouvons en considérer les aspects comme trois «domaines» interdépendants : la pensée critique, la pensée créative et la pensée réfléchie. On ne cesse de discuter de la façon dont ces termes peuvent être définis. En ce qui nous concerne, ces domaines sont définis sur le plan pratique, c'est-à-dire selon le type d'activité qu'ils encouragent. On peut, par exemple, voir la pensée critique comme une disposition envers l'analyse et l'évaluation de divers points de vue dans le but de résoudre un problème. Lorsque quelqu'un propose un choix d'idées ou des idées novatrices, on dit souvent qu'il est créatif. La pensée créative peut aussi inclure l'intuition profonde. La pensée réfléchie fait intervenir l'évaluation du pour et du contre, l'expérience du merveilleux, la prise de conscience d'occasions et la production de questions d'approfondissement lors de l'examen des idées.

Les trois domaines de la pensée sont, bien sûr, entièrement intégrés dans la pensée humaine. Il est possible cependant de se concentrer, au sein de chaque domaine, sur la mise en valeur de diverses facettes. Les capacités dans chacun des domaines de la pensée sont appelées des «habiletés de pensée». La promotion de ces habiletés dans chacun des

domaines exige que l'individu prenne conscience de sa façon de penser. On appelle cette connaissance la métacognition, c'est-à-dire «la pensée sur la pensée».

Le tableau suivant illustre le lien entre les trois domaines de la pensée et la métacognition.

Les trois domaines de la pensée et de la métacognition



Analyse et évaluation de points de vue, de déclarations, résolution de problèmes

Production d'idées et d'approches novatrices, subtiles et de rechange

Évaluation du pour et du contre, sens de l'émerveillement, ouverture à de nouvelles idées, prise de conscience d'occasions

POURQUOI ENSEIGNER LES HABILETÉS DE PENSÉE?

Les enseignants cependant enseignent sans cesse les habiletés de pensée de façon intuitive.

1. L'enseignement délibéré des habiletés de pensée favorise la croissance cognitive des élèves.

Tout enseignement fait intervenir le développement des habiletés de pensée, et tous les enseignants de sciences encouragent les élèves à développer, dans une certaine mesure, leurs habiletés de pensée. La recherche indique cependant que les élèves du secondaire deuxième cycle ne développent pas celles-ci à un niveau très avancé. Les élèves, par exemple, ne reconnaissent pas souvent le lien entre l'apprentissage des logarithmes en mathématiques et la notion du pH en chimie. En outre, des études ont révélé que la planification explicite en vue de favoriser la pensée critique, créative et réfléchie est chose rare. Les habiletés de pensée sont cependant sans cesse enseignées dans la classe de façon intuitive.

Par exemple, un enseignant partage avec ses élèves des trucs pour se rappeler des niveaux taxonomiques en biologie : ex., Rè|Phy|C|O|Fa|G|È, fait usage d'une habileté de pensée qu'on appelle «schématisation». Le but de cette section du guide d'enseignement est d'aider ce dernier à faire progresser son enseignement intuitif des habiletés de pensée vers une instruction délibérée et planifiée.

La recherche montre clairement que l'enseignement explicite des habiletés de pensée aboutit à une amélioration dans le rendement scolaire de l'élève. L'enseignement actif et délibéré de la pensée favorise aussi le développement personnel de l'élève, en encourageant ses capacités créatives, critiques et de réflexion. Lorsque cela se produit, l'élève trouve que son éducation lui procure une satisfaction accrue.

On constate de plus en plus que les élèves arrivent dans la classe de sciences avec un bagage d'idées et de préconceptions qui vont façonner ce qu'ils vont croire et, finalement, ce qu'ils vont apprendre en sciences. Des activités qui développent les habiletés de pensée, comme les cartes de concepts, sont particulièrement utiles pour identifier et corriger les idées préconçues des élèves. La Section 3B du présent guide discute de la façon d'opérer dans ce cas.

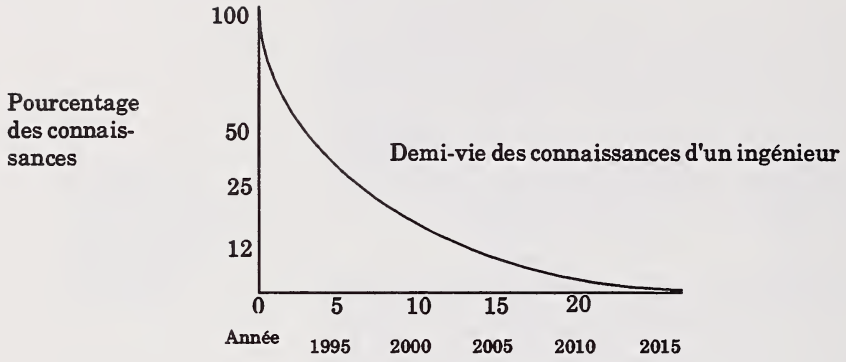
On constate de plus en plus que les élèves arrivent dans la classe de sciences avec un bagage d'idées et de préconceptions qui vont façonner ce qu'ils vont croire et, finalement, ce qu'ils vont apprendre en sciences.

2. Les changements dans la société sont en train de redéfinir la scolarisation.

De nombreux économistes et futuristes décrivent l'époque de l'après-guerre, allant de 1950 à nos jours, comme l'«ère de l'information». Le développement de micropuces ultrapetites a certainement fait qu'on peut maintenant utiliser à la maison des ordinateurs très puissants; et la robotique a déjà commencé à révolutionner la fabrication d'objets. Certains futuristes prédisent que l'expansion de la technologie durant les années 90 va encourager une industrie massive du loisir, ce qui obligera à redéfinir l'apprentissage scolaire tel qu'on le connaît en un processus permanent. Les emplois de demain dépendront de moins en moins de la mémorisation par les élèves d'un gros volume d'information, et de plus en plus de la capacité des élèves à accéder à l'information et à appliquer leurs connaissances de façon appropriée. Les diplômés qualifiés de demain devront être des penseurs critiques, créatifs et réfléchis, capables de trouver et d'utiliser rapidement l'information. La simple explosion de l'information disponible au citoyen moyen grâce aux

Les diplômés qualifiés de demain devront être des penseurs critiques, créatifs et réfléchis, capables de trouver et d'utiliser rapidement l'information.

ordinateurs, et la capacité de ces derniers de traiter l'information, ont fait qu'il est impossible à un individu de suivre tout ce qui se passe dans son domaine particulier. Le graphique ci-dessous illustre la vitesse à laquelle les connaissances d'un ingénieur terminant ses études postsecondaires deviennent périmées :



Compte tenu de ces changements, il est évident que le rôle traditionnel des élèves au secondaire deuxième cycle doit aussi changer. L'éducateur Paulo Freire emploie la métaphore de la banque pour décrire la scolarisation au secondaire deuxième cycle. Les enseignants font un «dépôt» dans l'esprit des élèves, seulement pour demander un «retrait» lors des interrogations et dans les devoirs. Il est de moins en moins possible pour les élèves de connaître tout ce qu'il y a à savoir sur un sujet ou dans un domaine, en particulier celui des sciences. Cela signifie qu'il faut maintenant se concentrer non plus sur la maîtrise du contenu, mais sur l'amélioration des capacités permettant d'accéder à ce contenu et de savoir s'en servir. Cela va nécessiter une redéfinition de l'objet et de l'acte de l'enseignement. L'enseignement explicite des habiletés de pensée contribue partiellement à cette redéfinition de l'enseignement des sciences. Le tableau suivant présente certaines des modifications nécessaires dans l'enseignement en cette ère de l'information, et la façon dont ces changements peuvent favoriser, chez l'élève, le développement des habiletés de pensée :

Changement du rôle de l'enseignant à l'ère de l'information

de...conducteur de la pensée	*à*...facilitateur de la pensée
où l'enseignant... • dissémine les connaissances • se concentre sur le contenu • enseigne en vue de la norme • évalue les élèves en s'appuyant sur des normes courantes	où l'enseignant... • est un médiateur et un collaborateur dans l'édification des connaissances de l'élève • se concentre sur le traitement d'un vaste éventail d'information • tient compte des différences chez les apprenants • évalue les élèves sur une base individuelle

Changement du rôle de l'élève à l'ère de l'information

de...penseur reproductif	*à*...penseur autonome
où l'élève... • reproduit les connaissances données • est vu dans l'apprentissage comme un récepteur passif • suit les règles et a un comportement convergent • se concentre sur un contenu étroit • doit donner la bonne réponse • doit considérer ses erreurs comme des fautes • est évalué de façon externe • est individualiste et compétitif	où l'élève... • crée des connaissances et en découvre • prend des décisions de façon active • est divergent, capable de s'écarter des règles pour créer des idées originales • établit des liens à partir d'une base importante de contenu • trouve des solutions multiples • est capable d'utiliser ses erreurs comme des outils d'apprentissage • s'autoévalue et s'autodirige • collabore

3. Une société humaine a besoin de bons penseurs.

Toute institution sociale est sujette à des modes, c'est -à-dire des idées extrêmement populaires dont la contribution apparaît en fin de compte dérisoire. On assiste maintenant à une telle explosion de séminaires et ouvrages sur le développement des habiletés de pensée chez l'élève, qu'on pourrait dire que c'est la grande mode dans le domaine de l'éducation. Tous ces séminaires et ouvrages dans cette mode sur les habiletés de pensée ont une chose en commun. Le développement des habiletés de pensée y est présenté presque à la légère, comme une simple tâche technique ou manipulative ne nécessitant

Si le sens de la critique n'est pas le point central de l'éducation, les élèves pourraient terminer leur scolarité sans comprendre les responsabilités morales qui sont un élément-clé de l'acquisition des connaissances.

que quelques leçons ou étapes. Ces séminaires et ouvrages semblent négliger un point important dans la promotion des habiletés de pensée chez l'élève, soit le but de penser. Einstein a bien exprimé le problème : «Le monde actuel, qui reflète notre niveau de pensée jusqu'à maintenant, crée des problèmes que nous ne pouvons résoudre au rythme où ils sont créés.» Il est donc important de réfléchir non seulement sur la façon dont les élèves pourraient améliorer leurs habiletés de pensée, mais aussi sur les raisons pour lesquelles ils devraient le faire.

Être scolarisé signifie plus qu'être capable de traiter de l'information. Ce qu'on exige aussi de l'élève, c'est qu'il acquière le sens des responsabilités morales inhérent à l'éducation. Cela est l'équivalent, pour moi, au sens de la critique. Selon John Dewey, la capacité à devenir un citoyen éclairé, capable de prendre de bonnes décisions, est *le* but de l'éducation. Si le sens de la critique n'est pas le point central de l'éducation, les élèves pourraient terminer leur scolarité sans comprendre les responsabilités morales qui sont un élément-clé de l'acquisition des connaissances. Dans *Teacher and Child*, Haim Ginott fait le point en racontant une anecdote émouvante :

> Le premier jour de classe, tous les enseignants d'une école privée reçurent la note suivante de la part du directeur.
>
> Cher Monsieur/Chère Madame,
>
> Je suis un survivant des camps de concentration. J'ai vu de mes propres yeux ce qu'aucun être humain ne devrait jamais voir : des chambres à gaz construites par des ingénieurs qui connaissaient bien leur sujet. Des enfants empoisonnés par des médecins qui avaient fait des études. Des enfants tués par des infirmières qui avaient reçu une formation. Des femmes et des bébés tués par des balles et brûlés par des diplômés du niveau secondaire et collégial. C'est pour cela que je me méfie de l'éducation et que je vous demande d'apprendre à vos enfants à se comporter en êtres humains. Votre enseignement ne doit jamais aboutir à produire des monstres savants, des psychopathes qualifiés, des Eichmann instruits.
>
> Savoir lire, écrire et compter ne sont des choses importantes que dans la mesure où elles servent à aider nos enfants à se comporter encore plus comme des êtres humains.

Les enseignants jouent un rôle-clé dans le développement du comportement humain chez les enfants. Dans son essai *Teachers as Transformative Intellectuals*, Henry Giroux rappelle aux enseignants qu'ils sont des intellectuels appelés à jouer un rôle majeur en «apprenant aux élèves à être des citoyens actifs et critiques». Comment les enseignants y parviennent-ils? Giroux propose trois façons de s'y prendre :

- en examinant avec les élèves la nature politique de la scolarisation;
- en reconnaissant que les élèves sont des penseurs critiques capables d'aider la société à évoluer;
- en intensifiant, avec élèves, parents et collectivité, le sens de la critique.

L'enseignement actif des habiletés de pensée, dont un des buts vise le développement du sens de la critique, va aboutir, selon Giroux, à créer «les conditions donnant aux élèves l'occasion de devenir des citoyens qui ont les connaissances et le courage de lutter pour rendre le désespoir peu convaincant et l'espoir pratique». En d'autres termes, des élèves qui deviendront des citoyens désireux et capables d'aider notre société à devenir plus humaine.

Ce but est-il réalisable? Absolument. Pour l'atteindre, il faut commencer par reconnaître qu'apprendre est un processus permanent, que l'école encourage, mais qui ne s'arrête pas là. Pour préparer les élèves à une vie où ils ne cesseront d'apprendre et de porter un jugement critique sur leurs propres connaissances, il faut qu'ils aient une conscience aiguë de leurs habiletés de pensée et qu'ils soient capables de les faire croître. Cela leur demandera de développer non seulement leurs habiletés de pensée, mais aussi leur métacognition. C'est une lourde tâche, mais qu'il est possible de réaliser. Le ministère de l'Éducation de l'Alberta a proposé les principes suivants pour promouvoir le développement des habiletés de pensée et de la métacognition en Alberta :

- Les élèves devraient avoir l'occasion d'améliorer leurs habiletés de pensée.
- Les élèves ont la capacité d'améliorer leurs habiletés de pensée.
- Les éducateurs devraient utiliser une vaste gamme de stratégies dans la promotion des habiletés de pensée.
- Les éducateurs devraient encourager la promotion des habiletés de pensée dans le contexte des matières scolaires.
- Les éducateurs devraient avoir l'occasion de mieux connaître la promotion des habiletés de pensée et la façon de l'enseigner.

Pour préparer les élèves à une vie où ils ne cesseront d'apprendre et de porter un jugement critique sur leurs propres connaissances, il faut qu'ils aient une conscience aiguë de leurs habiletés de pensée et qu'ils soient capables de les faire croître.

- Les éducateurs et les élèves devraient utiliser les techniques d'évaluation appropriées pour évaluer la promotion des habiletés de pensée.
- Les administrateurs peuvent et devraient faire en sorte qu'il existe à l'école des attitudes positives envers la promotion des habiletés de pensée.
- Dans les documents curriculaires, le ministère de l'Éducation de l'Alberta devrait rendre explicite l'enseignement de la promotion des habiletés de pensée.

On voit clairement qu'une grande responsabilité de la promotion des habiletés de pensée chez l'élève incombe aux éducateurs. Voici quelques moyens pratiques dont les enseignants peuvent se servir pour aider leurs élèves à développer leurs habiletés de pensée dans le cadre du programme de sciences au niveau secondaire deuxième cycle.

QUELQUES MOYENS DE FAVORISER LA PROMOTION DES HABILETÉS DE PENSÉE EN SCIENCES

L'apprentissage d'un nouveau concept commence de façon inductive par une exploration concrète, mène à la clarification et à l'organisation des idées, et finalement à l'abstraction et à l'application de ce qui a été appris.

1. Préparer le terrain : créer un climat favorable à la croissance de la pensée

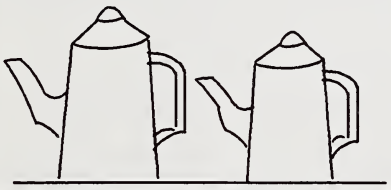
L'enseignement des sciences au secondaire deuxième cycle a tendance à suivre un schéma de présentation et d'élaboration d'un concept particulier, suivies d'une expérience ou d'une activité illustrant le concept. La recherche portant sur l'apprentissage de l'élève dans la classe de sciences confirme qu'il faudrait modifier complètement cette approche à l'enseignement des sciences en créant des cours qui feraient appel à une approche plus inductive. Cette dernière fait reposer le défi de l'apprentissage sur l'élève; l'enseignant sert de guide ou de mentor durant le processus d'apprentissage. L'apprentissage d'un nouveau concept commence de façon inductive par une exploration concrète, mène à la clarification et à l'organisation des idées, et finalement à l'abstraction et à l'application de ce qui a été appris. Cette méthode d'enseignement fournit un terrain fertile permettant aux habiletés de pensée de l'élève de croître et de s'épanouir.

L'approche inductive à l'enseignement des sciences peut être considérée à la fois une invitation et un défi adressés à la pensée de l'élève. Cela dépend beaucoup de la faculté de l'enseignant à établir dans la classe un climat qui encourage les élèves à penser. Voici quelques suggestions :

a. Créer un climat propice à la pensée

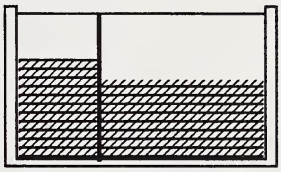
L'utilisation de tableaux d'affichage et d'expositions incite les élèves à s'engager sur la voie de la pensée. Les enseignants peuvent, par exemple, afficher un mot ou une expression, comme «la force de Coriolis» (Sciences 10) et mettre les élèves au défi d'en donner la définition, ou de découvrir qui était Coriolis. Les enseignants pourraient afficher des illustrations de tornades et poser des questions qui permettent d'explorer le sujet (ex. : Dans quel sens tourne une tornade? Est-ce qu'elle tourne toujours dans le même sens? Quel fut le pire désastre dans l'histoire des tornades? et ainsi de suite), mais les élèves devraient trouver eux-mêmes les réponses. Certains enseignants posent des colles pour encourager leurs élèves à penser, ne donnant les réponses que lorsque chacun a émis une opinion. Les enseignants pourraient, par exemple, afficher les deux colles suivantes :

Colle n° 1



Ces deux cafetières ont la même superficie en coupe. La première est plus haute que la seconde. Si vous pensez qu'elles ne contiennent pas la même quantité de café, laquelle des deux en contient le plus?

Colle n° 2



Un aquarium possède deux compartiments, un très petit et un plus grand, séparés par une membrane verticale faite de caoutchouc mince. L'eau dans le petit compartiment est à un niveau plus élevé que dans le grand. De quel côté (si c'est le cas) la membrane va-t-elle se bomber?

Le développement des habiletés de pensée s'intensifie dans une classe où l'on accepte et encourage les idées de l'élève, sans tenir compte de leur extravagance. Si l'on accueille toutes les idées, théories et hypothèses émises par les élèves, ces derniers seront incités à penser de façon critique, créative et réfléchie.

Des questions extravagantes, qui visent à provoquer une réaction, comme «À quoi cela ressemblerait d'être assis sur le noyau d'un atome?» poussent les élèves à penser aux concepts en termes nouveaux et créatifs.

b. Questions venant de l'enseignant

Les questions de l'enseignant constituent une façon de stimuler les habiletés de pensée de l'élève. Des questions extravagantes, qui visent à provoquer une réaction, comme «À quoi cela ressemblerait d'être assis sur le noyau d'un atome?» poussent les élèves à penser aux concepts en termes nouveaux et créatifs. Ceux qui enseignent les sciences incitent souvent leurs élèves à penser de façon critique en jouant l'«avocat du diable»; un enseignant soutenait, par exemple, devant toute sa classe qu'un rocher qui est en train de rouler en bas d'une colline est vivant. Les élèves discutèrent jusqu'à convaincre l'enseignant que le rocher ne pouvait pas être vivant. L'enseignant et les élèves en arrivèrent ainsi à une définition de la vie.

c. Partage métacognitif

Une façon très importante pour les enseignants d'encourager les habiletés de pensée chez leurs élèves est de rendre explicites leurs propres processus mentaux. En révélant leur propre métacognition, les enseignants soulignent l'importance et la valeur des habiletés de pensée dans la classe et ils aident des adultes en herbe à découvrir comment pensent les vrais adultes et comment ils abordent le monde.

Les élèves ne font pas généralement de rapports entre les thèmes ou matières scientifiques.

d. Organisation et concentration du cours de sciences

La recherche montre que l'organisation et la concentration du cours de sciences contribuent grandement à la promotion des habiletés de pensée chez les élèves. Ces derniers ne font pas généralement de rapports entre les thèmes ou matières scientifiques. Lorsque les sciences sont présentées comme un cours du programme intégré, avec des thèmes et grandes idées qui transcendent les frontières des disciplines traditionnelles, les capacités de pensée critique des élèves semblent s'épanouir. Ce guide d'enseignement contient une discussion sur les façons de faire ressortir quelques thèmes ou grandes idées des sciences.

Les élèves du secondaire deuxième cycle doivent commencer à se voir comme des partenaires dans l'apprentissage, prêts à soulever des questions et à travailler avec leurs pairs.

e. Rôle des élèves

Si l'on doit encourager les habiletés de pensée des élèves, ceux-ci doivent aussi changer la façon dont ils abordent leur éducation. Les élèves du secondaire deuxième cycle doivent commencer à se voir

comme des partenaires dans l'apprentissage, prêts à soulever des questions et à travailler avec leurs pairs. Les élèves auront besoin d'encouragement pour apprendre les uns des autres d'une manière coopérative plutôt que compétitive. Grâce au travail de groupe, les enseignants peuvent inculquer à leurs élèves le goût d'apprendre à travailler ensemble pour s'instruire.

Il faudra aussi que les élèves appliquent leurs habiletés de pensée sur le plan pratique. Le fait de penser implique toujours que l'on pense à quelque chose. Par exemple, une classe de sciences a décidé que l'école devrait recycler les rebuts de papier. L'enseignant a alors mis entre les mains des élèves la responsabilité de faire quelque chose à propos de ce qui les préoccupait. Le résultat a été un projet de recyclage partant de l'école, qui a eu, jusqu'à présent, un énorme succès. Le rôle de l'enseignant, dans ce cas-là, n'a pas été de disséminer des connaissances, mais de faciliter un processus qui a obligé les élèves à penser de façon critique, créative et réfléchie aux rebuts de papier dans leur école, et à passer ensuite à l'action.

2. Planification pour l'enseignement de la pensée

Grâce à une planification explicite, les enseignants peuvent encourager chez les élèves le développement des habiletés de pensée. Une façon de faire est d'utiliser un «tableau de planification des habiletés de pensée», qui fait le lien entre le sujet, le concept enseigné et les trois domaines de la pensée. Diverses activités qui stimulent la pensée pourraient alors être utilisées dans la leçon. Les activités qui font intervenir la pensée ont une vaste gamme d'applications. On pourrait, par exemple, utiliser les cartes de concepts, explorer, sous un angle critique, les rapports existant au sein d'un concept ou découvrir de nouvelles façons d'établir des liens dans l'information ou de refléter une idée. Le choix d'activités faisant intervenir la pensée est un acte créatif. Vu que chaque activité est choisie pour développer un aspect précis sur un sujet, les enseignants en sélectionneront probablement plusieurs pour le même concept. L'exemple suivant illustre la façon dont on pourrait planifier les activités en vue de promouvoir les habiletés de pensée dans le contexte d'un concept ou d'un sujet particulier :

Planification des activités favorisant la promotion de la pensée

Concept scientifique ou sujet	Activité favorisant la promotion de la pensée	Accent mis sur la pensée critique	Accent mis sur la pensée créative	Accent mis sur la pensée réfléchie
circulation sanguine dans le corps humain	cartes de concepts	essayer de trouver de nouvelles façons de comprendre une question, les lacunes dans les connaissances ou les progrès dans l'apprentissage	découvrir de nouvelles façons de voir la circulation - quand est-ce qu'une telle approche serait valable?	Que se passerait-il si nous avions deux cœurs? Pourquoi le cœur évoque-t-il l'amour? Est-ce qu'il en est de même dans d'autres cultures?

3. Activités

La liste de techniques ci-dessous insiste sur le développement des habiletés de pensée critique, créative et réfléchie à différents niveaux du processus d'apprentissage. Cette liste n'est pas exhaustive, mais elle propose des moyens pratiques d'aborder l'enseignement de la pensée dans les sciences. Pour d'autres idées sur les activités favorisant la promotion de la pensée, les enseignants peuvent aussi se reporter à la publication du ministère de l'Éducation de l'Alberta *Enseigner à penser : Pour un meilleur apprentissage.* Ce document qui renferme une longue liste de références ainsi que des idées sur l'évaluation des habiletés de pensée, présente un grand intérêt pour les enseignants qui veulent connaître plus à fond le développement des habiletés de pensée chez l'élève.

Les activités ci-dessous faisant intervenir la pensée sont regroupées selon trois étapes, soit l'exploration, l'organisation et l'utilisation de l'information. Ce schéma suit la même progression que le développement d'un sujet en sciences, depuis l'exploration concrète (Étape n° 1 - Début de l'exploration, collecte d'information, sélection) à l'organisation de l'information proprement dite (Étape n° 2 - Organisation de l'information/Création de catégories, concepts et idées), jusqu'à l'abstraction et à l'application (Étape n° 3 - Utilisation des concepts et de l'information, comportement de bon penseur). À chaque étape correspondent divers types d'activités et de méthodes connexes que les enseignants peuvent utiliser pour promouvoir le développement des habiletés de pensée chez l'élève.

Étape n° 1
Début de l'exploration, collecte, sélection

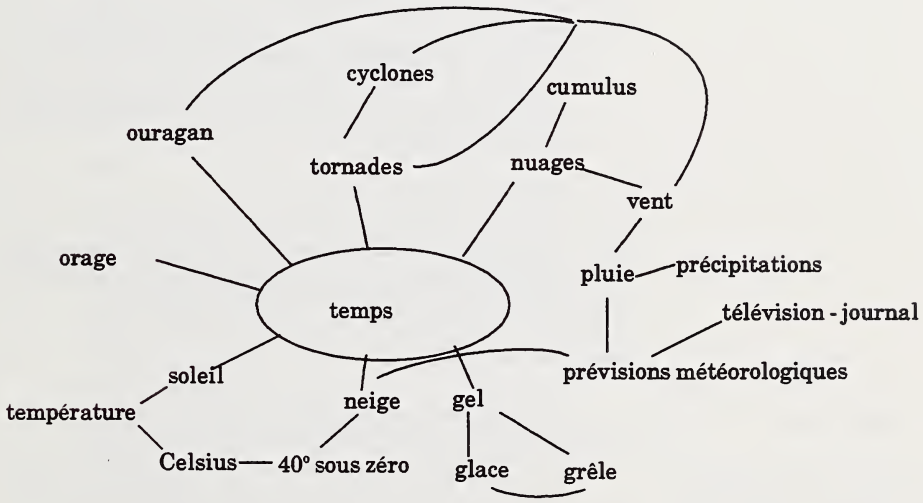
a. Faire du remue-méninges, c'est...

Laisser venir les idées; générer un grand nombre d'idées sur un sujet. On peut discuter des liens entre les idées; dans la mesure du possible, on met en valeur la créativité. On devrait faire un effort conscient pour réserver son jugement sur les idées réunies et générées.

Méthodes :

Diagrammes-araignées

Placer un concept, un mot, un dessin au centre d'une page. Écrire des mots-clés pour les idées qui viennent à l'esprit. Tracer des lignes partant du centre. Le résultat va être un réseau de mots, d'expressions, de dessins qui rappelle la toile d'araignée. Afficher les résultats; identifier les thèmes, les idées communes, les différences.



Énumérations, mise en commun des listes, associations de mots

Placer un mot, une expression ou un dessin au haut d'une feuille de papier. Un élève écrit la première chose qui lui vient à l'esprit, puis il passe la feuille à un autre élève. Quand la feuille a fait le tour de la classe, les élèves peuvent analyser ce qui y est écrit ou bien afficher la feuille, etc.

Collages-photos

Dans de vieilles revues chercher des images qui illustrent une idée, un thème ou un mot. Découper les images et les arranger de façon à ce que leur séquence ait du sens. Le collage-photo constitue une excellente activité de groupe.

Chercher en balayant du regard

Balayer rapidement du regard une grande quantité d'imprimés (de préférence des journaux) pour voir quels thèmes, mots, etc., reviennent fréquemment. Qu'est-ce que cela veut dire au sujet du document d'origine? De l'utilisation des mots? D'autres questions peuvent être approfondies, ou bien cet exercice peut servir simplement à découvrir la fréquence des idées, des thèmes, etc., dans l'imprimé.

Laboratoires où il faut compter, échantillonner

Ils sont utiles pour la collecte rapide d'un grand nombre de données. Des études sur le terrain en biologie, de multiples essais de la même expérience en physique ou en chimie aident les élèves à mieux voir l'importance de la répétition et le rôle de l'incertitude dans la recherche.

b. Élaborer, c'est...

Développer, embellir, ajouter à un nouvel ensemble d'idées, chercher le sens profond pour découvrir d'autres idées, ajouter des détails, s'informer.

Méthodes :

Sondage de mots, de symboles, d'illustrations

Les élèves ont tendance à avoir une compréhension limitée de l'historique des mots scientifiques, des découvertes ou des idées. Mettez-les au défi de trouver le sens caché des symboles; ex. : kPa : Qui était Pascal? Qu'est-ce que kilo veut dire? Pourquoi a-t-on choisi d'adopter cette expression?

Création de modèles

Elle aide à rendre les idées concrètes. Les élèves peuvent préparer des modèles en papier de la synthèse protéique, des arrangements moléculaires

«Un éléphant blanc»

Les rois du Siam donnaient des éléphants blancs à tous les courtisans qu'ils n'aimaient pas. Bien que ces animaux fussent très estimés, et considérés comme sacrés, leur entretien coûtait si cher que toute personne qui en recevait un courait à la ruine!

dans un cristal, dans des cellules végétales, ou bien donner une représentation graphique d'un événement scientifique, comme le transfert des électrons entre les atomes (on peut se servir d'oranges pour représenter les électrons, ou encore de Lifesavers), la mitose dans une cellule, ou l'accélération d'un objet en chute libre. Il faudrait mettre les élèves au défi d'expliquer comment le modèle confirme la preuve, et de relever et commenter les points faibles du modèle.

"Même si bien des gens ont vu des squelettes de brontosaures, ces bêtes n'ont jamais existées..."

Rédaction allant du général au spécifique

Donner aux élèves un sujet assez vague pour qu'ils puissent l'explorer plus à fond. Par exemple, la phrase «Même si bien des gens ont vu des squelettes de brontosaures, ces bêtes n'ont jamais existées...» demande à être clarifiée. C'est ce genre de sollicitation qui transforme les élèves en détectives.

c. Évaluer, c'est...

Déterminer les critères d'évaluation, examiner l'information pour voir si elle est juste, explorer les hypothèses, présenter une opinion.

Méthodes :

PMI

Lorsqu'on utilise cette méthode, on classe une présentation, une bande vidéo, un texte, etc., selon des réactions évaluées par «plus», «moins» et «intéressant» (PMI). Il faut faire part des résultats ainsi que des raisons de la classification. À la fin de cette section, il y a un tableau PMI que l'enseignant peut photocopier.

Faire un relevé de l'information, la rassembler et la présenter

Peut impliquer un sondage porte-à-porte, des études à l'intérieur de l'école (nombre de lumières laissées allumées durant une journée; ce que les élèves tendent à jeter à la poubelle au déjeuner, etc.). Les élèves pourraient faire un relevé des types de cellules étudiées dans leur travail en laboratoire et présenter ensuite les résultats, ou bien recueillir l'information sur des maladies physiologiques du système cardiovasculaire.

Créer et utiliser une échelle d'appréciation

Cela pourrait servir à évaluer le travail personnel de l'élève, ses habiletés en laboratoire, etc. Les échelles pourraient être numériques (de 1 à 5), graphiques (comme un thermomètre sur «Ce que je pense d'un problème» ou bien une jauge représentant l'esprit qui anime l'école), ou elles pourraient correspondre à tout autre système d'évaluation. Cet exercice encourage la créativité.

Créer et utiliser un instrument critérié

Pour mesurer la force d'un argument, les suppositions cachées dans une présentation, créer un critère permettant de déterminer si une expérience a réussi.

Étape n° 2 Organisation de l'information/Création de catégories, concepts et idées

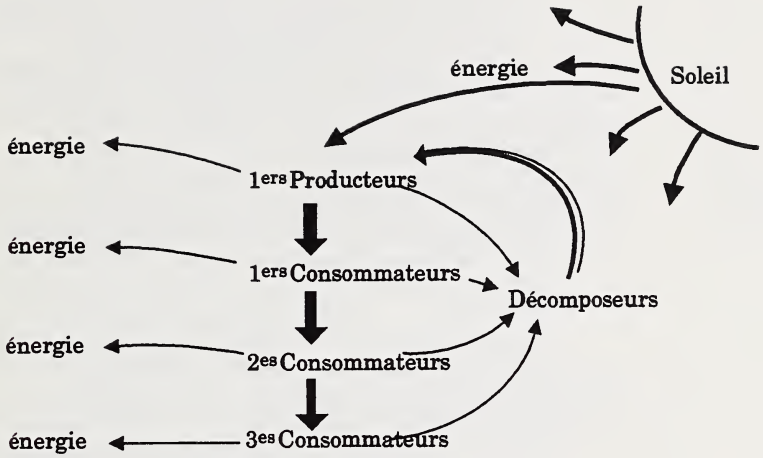
a. Créer des schémas, c'est...

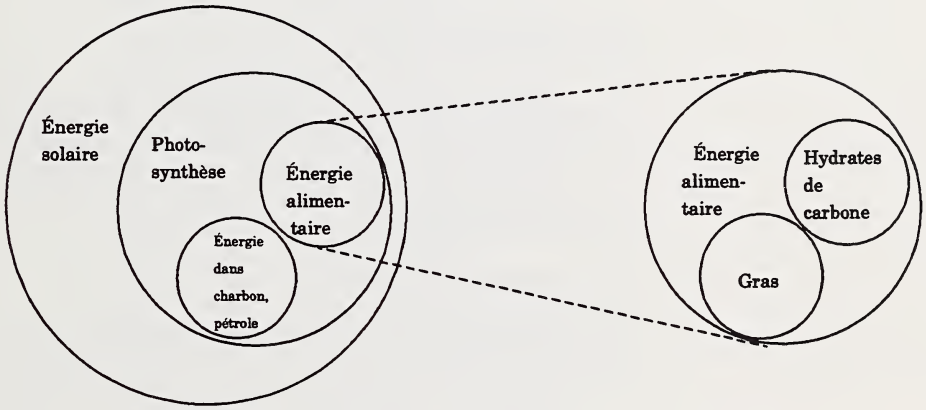
Faire des associations et établir des rapports, organiser l'information, jeter un regard neuf sur l'information, reconnaître des schémas répétitifs et des tendances, penser de façon déductive.

Méthodes :

Cartes et cercles conceptuels

Ce sont des organisateurs de concepts très utiles. Ils sont un reflet des apprentissages de l'élève ainsi que de ses idées de rechange et de ses idées fausses. Les concepts devraient être identifiés clairement, et l'élève devrait expliquer les rapports qui existent entre eux. Voici quelques exemples de cartes et de cercles conceptuels :





Voici cinq idées de cartes conceptuelles tirées de Sciences 10 :

- Comparer les organites d'une cellule aux organes du corps humain (c'est le groupe qui décide des éléments de la comparaison).
- Retracer le transfert d'énergie dans la biosphère.
- Comparer le système de locomotion chez l'amibe à celui de la girafe.

- Faire le lien entre les changements dans l'énergie et les changements dans le mouvement, la forme et la température de la matière.
- Comparer les techniques de séparation par filtration, distillation, extraction et chromatographie.

Cartes séquentielles

Montrer le rapport qu'il y a d'une idée à une autre; ex. : les étapes de la mitose, les étapes de l'appellation d'un composé, les rapports de cause à effet. Une carte séquentielle très efficace consiste en un tableau «historique». Chaque élève se voit assigner une décennie et doit, sur une feuille de 21,5 cm × 28 cm, écrire les grandes découvertes scientifiques et les événements sociaux/politiques de sa décennie. Les élèves doivent ensuite afficher leurs tableaux dans la classe, ce qui aboutit à couvrir une vaste période de l'histoire de la science, en y ajoutant la dimension du rapport entre les sciences et le changement social.

Organigrammes

Ceux-ci se prêtent à de nombreuses situations, telles que la classification ou l'identification de composés chimiques, la classification d'un organisme, la chasse aux problèmes selon le mode déductif (par exemple, trouver ce qui ne marche pas dans une voiture qui refuse de démarrer).

Création de graphiques

La présentation de l'information recueillie, sous la forme de graphiques, stimule les habiletés de pensée; les graphiques à secteurs, les histogrammes, les graphiques tridimensionnels ont tous leur utilité. Apprendre à extrapoler à partir d'un graphique et reconnaître les dangers et présuppositions inhérents à cette extrapolation constituent des modes de stimulation des habiletés de pensée critique.

b. Faire la synthèse, c'est...

Combiner idées et concepts de façon nouvelle. On met ici l'accent sur l'exploitation des acquis pour développer une hypothèse, une invention, une idée ou un nouveau point de vue.

Méthodes :

Phénomène imaginaire

Il comporte l'énoncé d'un fait (l'ADN existe) auquel on ajoute un élément imaginaire (il vient de l'espace intersidéral). Les élèves discutent ensuite de la nature raisonnable du rapport. Cette méthode est similaire à l'enseignement socratique et convient très bien au fonctionnement de la pensée critique et créative.

Que se passerait-il si la calotte glaciaire de l'Antarctique se mettait à fondre?

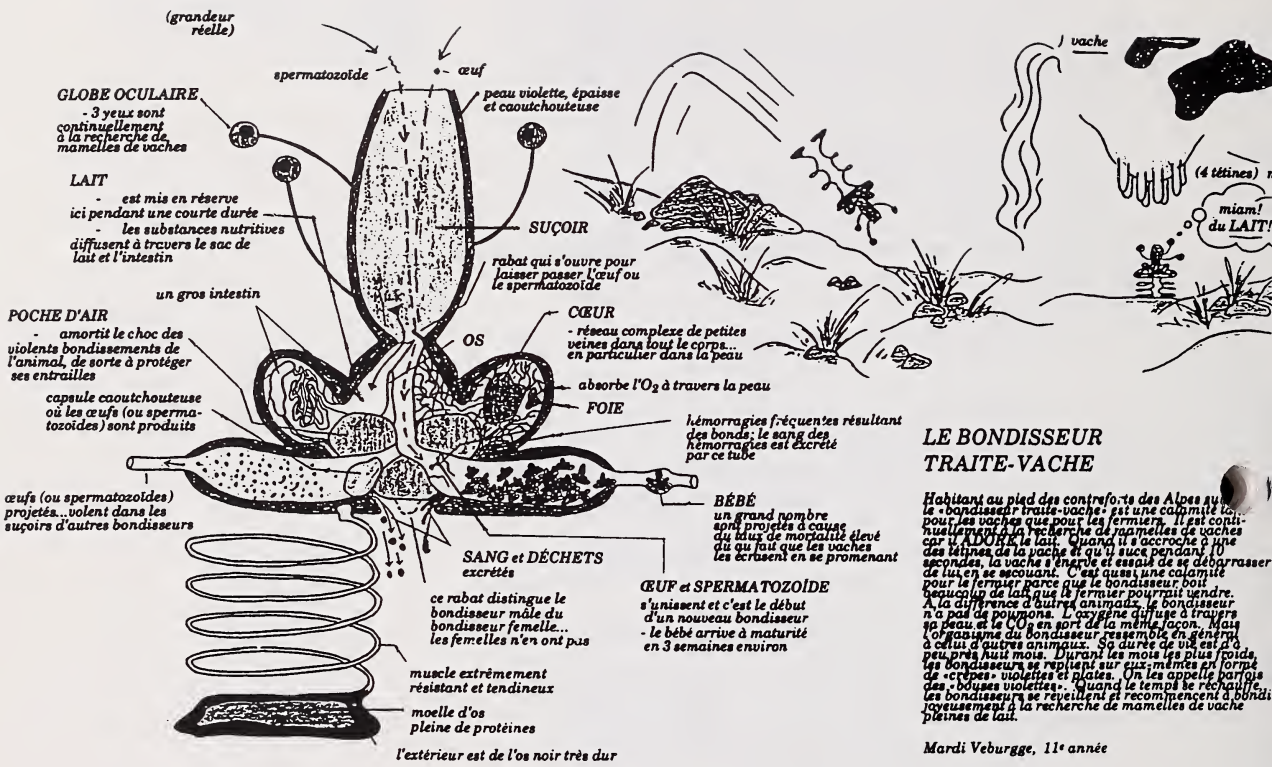
Situations hypothétiques

Elles obligent l'élève à penser à des situations inhabituelles et l'encouragent à établir des rapports entre les concepts. Voici quelques exemples de situations hypothétiques :

- Que se passerait-il si la calotte glaciaire de l'Antarctique se mettait à fondre?
- Imaginez que vous devenez assez petits pour vous asseoir sur le noyau d'un atome de bore. À quoi cela ressemblerait-il?
- Supposez qu'on ne peut plus se servir du «zéro» en mathématiques. Comment cela affecterait-il les sciences?
- Qu'est-ce qui se passerait si, durant cinq minutes chaque mois, les gens pouvaient se transformer en leur plante ou légume préféré?
- Supposez que chaque individu a un nombre limité de mots qu'il peut prononcer au cours de sa vie. Est-ce que les gens seraient plus précis quand ils parlent? Est-ce qu'on trouverait d'autres façons de s'exprimer? Est-ce que la télépathie se développerait?
- Que se passerait-il si notre système solaire était en réalité un seul atome avec pour noyau le Soleil? Que serions-nous alors?
- Est-ce que les teintures fluorescentes seraient un bon additif dans la nourriture des chiens?

Concevoir quelque chose de nouveau

Cela peut être très efficace pour encourager la créativité. Les élèves pourraient concevoir une nouvelle façon de voyager, une machine à mouvement perpétuel, un nouvel animal (et lui trouver un nom!), ou même une nouvelle façon d'apprendre les sciences! Voici un dessin d'un nouvel animal inventé par un élève de 11e année.



Analogies et métaphores

Les savants utilisent fréquemment des analogies et métaphores pour exprimer des concepts difficiles. Par exemple, le fait que Rutherford voit l'atome comme un «système solaire», ou bien l'expression «cellules filles» en biologie sont des métaphores utiles pour décrire des choses en termes familiers. Les analogies comparent les idées; par exemple, «apprendre à devenir un savant, c'est comme être un enfant qui apprend à marcher»; examiner les analogies et les métaphores encourage la pensée critique; apprendre à produire des métaphores et des analogies encourage la créativité et la pensée réfléchie.

a. Prédire, c'est...

Comprendre la cause et l'effet, faire des prévisions fondées sur une synthèse des idées.

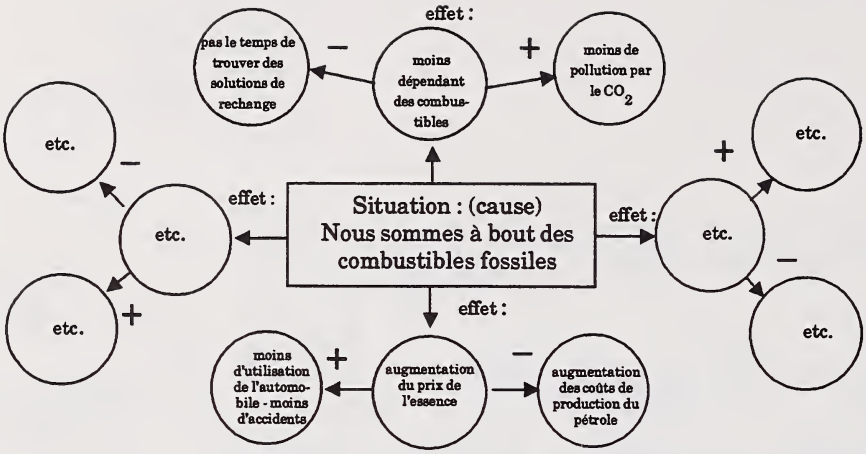
Méthodes :

Concevoir une expérience pour examiner une hypothèse

Les enseignants pourraient poser une question de recherche comme: Est-ce que les araignées construisent leur toile sur le même schéma tous les jours? Une façon de le savoir consiste à vaporiser une mince couche de peinture sur une toile d'araignée (en faisant bien attention de ne pas en répandre sur l'araignée!) et de placer ensuite un morceau de papier sur la toile. On en obtient ainsi une impression. En répétant le procédé sur plusieurs jours, les élèves pourraient ainsi procéder à l'examen d'une hypothèse.

Rapport de cause à effet, tableaux plus/moins

Semblable à la création de schémas, cet exercice se concentre sur la recherche délibérée de rapports et de conséquences. Un enseignant pourrait, par exemple, donner l'énoncé suivant : «La guerre est une conséquence de la surpopulation!» et les élèves pourraient créer un tableau illustrant les rapports de cause à effet et montrant les aspects plus/moins de cette position. Cette méthode s'avère très utile dans l'examen des hypothèses sous-jacentes à un argument et dans la discussion de questions controversées. Voici un exemple de ce à quoi ressemble un tableau illustrant les rapports plus/moins, de cause à effet :



Prévision de la probabilité des situations

Cela dépend en grande partie du développement antérieur des habiletés de pensée, comme la création de graphiques et l'extrapolation. Les élèves auront besoin de beaucoup d'information pour établir des prévisions éclairées. Les prévisions peuvent être démoralisantes pour eux. Il est particulièrement important de faire suivre les prévisions d'une prise de décisions débouchant sur l'action, et d'encourager les élèves à comprendre les limites et les dangers des prévisions.

Il est particulièrement important de faire suivre les prévisions d'une prise de décisions débouchant sur l'action, et d'encourager les élèves à comprendre les limites et les dangers des prévisions.

Exemple : Est-il probable :

- qu'on assiste à une grande famine, étant donné l'augmentation actuelle de la population?
- que les dépotoirs deviennent périmés si tous les résidents d'une ville recyclent leurs déchets?
- qu'il y ait une épidémie du cancer de la peau, si la couche d'ozone disparaît?
- qu'une colonie s'établisse sur la lune d'ici l'an 2050?
- que des robots personnels soient créés pour servir de compagnon à chaque individu?

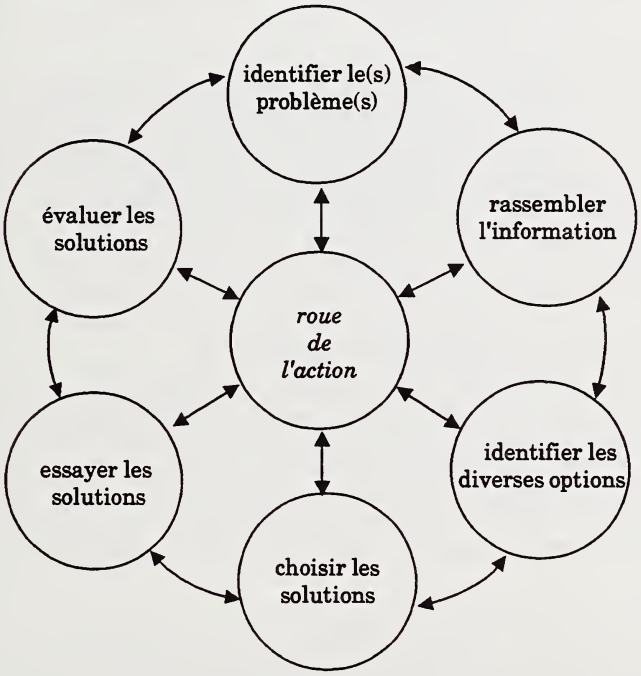
b. Transformation de problèmes, prise de décisions

La transformation de problèmes débute par l'aveu que, bien souvent, on ne peut «résoudre» les problèmes, mais que par l'exploration, les échanges de conversation et la décision visant un plan d'action, on peut avancer dans le problème.

La façon typique d'envisager la résolution de problèmes est de la voir comme un processus linéaire, ou au mieux circulaire, qui suit une séquence d'étapes bien définies. Le défaut de ce modèle apparaît lorsqu'on est confronté à un problème dans le domaine

des sciences : les problèmes semblent souvent bien moins évidents que ne l'admettrait une approche typique à la résolution de problèmes. Une façon de voir la résolution de problèmes est de la considérer comme une «transformation de problèmes», où la lutte avec un problème met en jeu un mouvement dynamique entre diverses actions. La transformation de problèmes débute par l'aveu que, bien souvent, on ne peut «résoudre» les problèmes, mais que par l'exploration, les échanges de conversation et la décision visant un plan d'action, on peut avancer dans le problème. Il est normal qu'on revienne sur le problème à mesure qu'on le comprend mieux; ce «retour» constitue la «transformation de problèmes». Voici un modèle de transformation de problèmes.

Modèle interactif de transformation de problèmes



Dans la transformation de problèmes, le rôle de l'enseignant est surtout celui d'un superviseur, d'un mentor ou d'un guide lors du processus. Les élèves devraient posséder les habiletés de pensée leur

permettant de s'attaquer au problème. Voici, pour les enseignants, des façons d'encourager le processus :

- chercher les erreurs de raisonnement. («Vous pourriez penser à...»);
- encourager une bonne compréhension des problèmes et concepts;
- aider les élèves à conserver un «esprit critique» durant la transformation de problèmes.

Les élèves devraient se rendre compte qu'il n'y a pas de réponse facile.

En plus de passer par les étapes décrites sur la «roue de l'action», les élèves devraient :

- reconnaître les présuppositions valables;
- chercher les présuppositions non exprimées ou sous-jacentes;
- discuter des points de vue.

Il faut s'exercer à la transformation de problèmes. Les élèves devraient avoir l'occasion de le faire dans le cadre de divers problèmes depuis les plus simples jusqu'aux plus complexes. Voici trois échantillons de problèmes qui se prêtent à la transformation :

Échantillons de problèmes à transformer
1. L'Association nationale pour les droits des non-fumeurs a adressé avec succès une pétition à son député concernant l'injustice pour les non-fumeurs d'avoir à partager également la responsabilité des coûts de l'assurance-maladie dans leur province. Selon les non-fumeurs, les fumeurs devraient payer des primes d'assurance-maladie plus élevées, ou bien l'assurance-maladie subventionnée par le gouvernement ne devrait protéger que les non-fumeurs ou ceux qui ont un «style de vie sain». a. Quelles sont les questions d'éthique soulevées par les revendications de ce groupe? b. Que se passerait-il si une telle loi était votée? Qui déterminerait ce qu'est un «style de vie sain»?

Échantillons de problèmes à transformer (suite)

2. Dans un grand centre de recherche, des lapins blancs servent à tester les effets cancérigènes possibles de fards à paupières et d'autres sortes de cosmétiques à utiliser «dans la zone du visage». Pour voir si des réactions toxiques se manifestent, il faut immobiliser les animaux, puis leur appliquer le cosmétique sur les lèvres ou les yeux, etc. Après un certain temps, on supprime les animaux et on les autopsie pour voir s'il y a des tumeurs ou d'autres preuves de la toxicité des cosmétiques. Les fabricants disent qu'il vaut mieux se servir des lapins pour voir s'il y a des problèmes que de ne soumettre les cosmétiques à aucun test. Ils disent aussi que les lapins sont élevés dans ce but et que l'utilisation des animaux à des fins expérimentales n'est pas différente de l'élevage des animaux, comme les vaches ou les boeufs, pour la consommation.

   a. L'utilisation des animaux à cette fin est-elle éthique?
   b. Quels seraient d'autres moyens de tester ces cosmétiques?
   c. Est-ce que le consommateur de cosmétiques est impliqué dans ce problème d'éthique?

3. À la Stanford University, on a créé un «utérus artificiel» qui permet aux chercheurs d'étudier des fœtus avortés (on l'appelle un «incubateur de fœtus»). Il s'agit d'un outil extrêmement complexe, qui aide les chercheurs universitaires à étudier, sur une période de 48 heures, les fœtus provenant d'avortements spontanés (naturels). La technologie qui prolonge la vie du fœtus permet aux scientifiques et aux médecins d'acquérir des connaissances sur la réponse du fœtus à des drogues, des stimulations, etc., connaissances qu'ils ne pourraient acquérir autrement. Les chercheurs font remarquer que cette technologie pourrait déboucher sur la création d'un «utérus artificiel» qui permettrait de mener à terme des prématurés, bien qu'il y ait encore du chemin à faire pour y arriver.

   a. Est-ce que les chercheurs devraient continuer à mettre au point cette technologie?

Résolution de problèmes en sciences : élaboration des étapes

Identification du (des) problème(s)	• identifier le but de la recherche • énoncer clairement le problème, la question ou la controverse à l'étude • distinguer entre données ou information pertinentes et non pertinentes • recueillir et consigner l'information générale qui est utile et pertinente • identifier toutes les variables y compris les variables contrôlées • identifier les matériaux et appareils adéquats nécessaires • formuler les questions, hypothèses et/ou prédictions qui orienteront la recherche • créer et/ou décrire un plan de recherche ou un plan de résolution de problèmes • préparer les tableaux ou diagrammes d'observation nécessaires.
Collecte de l'information	• exécuter et modifier le procédé au besoin • disposer et utiliser correctement les appareils et les matériaux • recueillir l'information ou les données en tenant compte des normes de sécurité et des facteurs environnementaux • observer et consigner de façon précise les données pertinentes • organiser et présenter les données sous une forme concise et efficace (thèmes, groupes, tables, graphiques, organigrammes et diagrammes de Venn) • communiquer les données de façon plus efficace en utilisant des calculs mathématiques au besoin • démontrer une compréhension de l'erreur et, là où cela s'applique, calculer le pourcentage d'erreurs.
Identification des options	• analyser les données et l'information pour y déceler tendances, schémas, rapports, fiabilité et justesse • identifier et discuter des sources d'erreur et de leur effet sur les résultats obtenus • analyser les données et l'information en utilisant la technologie appropriée • identifier les caractéristiques, déclarations, présuppositions ou motifs • identifier les idées principales • détecter le parti pris.
Choix des solutions Essais des solutions	• faire des prédictions à partir des données ou de l'information • formuler des hypothèses vérifiables étayées par les connaissances et la compréhension qui ont été produites • identifier d'autres problèmes ou questions à examiner • identifier les autres possibilités à considérer • proposer et expliquer les interprétations ou conclusions • élaborer des explications théoriques • résumer et communiquer les résultats • relier les données à des lois, principes, modèles ou théories identifiés dans l'information générale • donner une réponse au problème à l'étude • prendre une décision.
Évaluation des solutions	• envisager les conséquences et les développements • identifier les limites des données et de l'information, des interprétations ou conclusions comme résultat des processus ou méthodes utilisés pour l'expérience, la recherche, le projet, la conception • suggérer des solutions de rechange et envisager des améliorations à la technique ou à la conception expérimentale • établir des critères pour juger des données ou de l'information • évaluer et apprécier les idées, l'information et les solutions de rechange.

Tableau de planification des habiletés de pensée

Concept ou sujet de la leçon	Technique de l'habileté de pensée	Pensée critique	Pensée créative	Pensée réfléchie

Inventaire Plus/Moins/Intéressant

QUESTION :		
Plus	Moins	Intéressant

Résumé :

BIBLIOGRAPHIE

Ginott, Haim G. *Teacher and Child.* New York : Macmillan, 1972.

Giroux, Henry A. "Teachers as Transformative Intellectuals." *Social Education* 49 (5) : 376–379.

Enseigner en vue du changement conceptuel

ENSEIGNER EN VUE DU CHANGEMENT CONCEPTUEL

Heidi Kass, Ph.D.

Vérifier ce que l'apprenant connaît, et enseigner en conséquence. *(David Ausubel)*

Le scientifique et l'enfant ont beaucoup en commun. Tous deux essaient de donner un sens au monde et à l'expérience qu'ils font de ses objets et événements. À cet égard, les éducateurs enseignent les sciences chaque fois qu'ils aident leurs élèves à poser des questions utiles, à examiner des phénomènes, à explorer des idées, à en arriver à des explications sensées et pratiques, et à s'intéresser aux explications d'autres personnes ainsi qu'à la genèse de ces explications. Les élèves ont souvent des idées sur les phénomènes étudiés dans le cours de sciences, idées qu'ils développent à travers leur propre vécu et à partir de ce que disent d'autres personnes. Ces idées et explications peuvent être très différentes de ce que disent les sciences. La tâche de l'enseignant est de décider de la façon de présenter le point de vue scientifique couramment accepté sur un sujet, en présence de la diversité des acquis des élèves et selon un mode qui développe leur compréhension des sciences.

Le scientifique et l'enfant ont beaucoup en commun. Tous deux essaient de donner un sens au monde et à l'expérience qu'ils font de ses objets et événements.

Un important volume de recherches menées au cours des dix à quinze dernières années suggère que les élèves arrivent dans le contexte scolaire de l'apprentissage des sciences avec tout un éventail d'idées préconçues et d'explications de leur propre cru. Celles-ci interagissent de diverses façons avec les points de vue et modèles scientifiques présentés à l'école.

Les interviews qui suivent illustrent le genre et la variété d'idées émises par des élèves doués pour les études sur l'ébullition de l'eau[1].

Élève de l'élémentaire (5e année)	Élève du secondaire premier cycle (9e année)	Élève du secondaire deuxième cycle (11e année, prenant Chimie 20 et Physique 20)
I : **Comment sais-tu que l'eau bout?** R : Quand des bulles montent à la surface. I : **D'après toi, que sont les bulles?** R : De l'air dans l'eau. (suite au verso)	I : **Comment sais-tu que l'eau bout?** R : Elle commence à faire des bulles et à bouger. I : **D'après toi, que sont les bulles?** R : De l'air, de l'oxygène. (suite au verso)	I : **Comment sais-tu que l'eau bout?** R : Quand les bulles commencent à monter du fond. (suite au verso)

[1] Ces interviews ont été menées par Harry Klann, au Concordia College, et sont présentées ici avec son autorisation.

Élève de l'élémentaire (5e année) (suite)	Élève du secondaire premier cycle (9e année) (suite)	Élève du secondaire deuxième cycle (11e année, prenant Chimie 20 et Physique 20) (suite)
I : **Comment sais-tu que ces bulles sont de l'air?** R : Il doit y avoir de l'air dans l'eau. I : **Pourquoi penses-tu ça?** R : Parce que les poissons vivent dans l'eau et respirent de l'air avec leurs branchies. I : **Pourquoi l'air sort-il de l'eau?** R : Parce que la chaleur le pousse hors de l'eau. I : **Combien de temps cela va-t-il durer?** R : Je ne sais pas...d'habitude quelques minutes. I : **D'où vient l'air pour que les bulles durent si longtemps?** R : De l'intérieur de l'eau.	I : **Comment sais-tu que ces bulles sont de l'air?** R : Ça ne peut pas être autre chose. I : **Pourquoi penses-tu ça?** R : Parce que les poissons prennent l'air dans l'eau pour vivre. I : **Pourquoi l'air sort-il de l'eau?** R : Lorsqu'elles sont chauffées, les molécules se séparent et les molécules d'air ou d'oxygène s'échappent. I : **Combien de temps cela va-t-il durer?** R : Longtemps ...tant que l'eau bout. I : **D'où vient l'air pour que les bulles durent si longtemps?** R : L'eau est faite d'hydrogène et d'oxygène et l'air contient de l'oxygène.	I : **D'après toi, que sont les bulles?** R : De l'oxygène et de l'hydrogène gazeux. I : **D'où viennent l'oxygène et l'hydrogène gazeux?** R : L'application de chaleur a pour résultat une décomposition simple de l'eau en ses différents éléments, l'hydrogène et l'oxygène. I : **Pourquoi penses-tu ça?** R : Parce que l'eau est faite de ces deux éléments simples qui ne peuvent exister que sous leur forme moléculaire qui est gazeuse. I : **Pourquoi l'air sort-il de l'eau?** R : Lorsqu'ils sont chauffés, les gaz se forment et se dissipent sous forme de bulles. I : **Combien de temps cela va-t-il durer?** R : Aussi longtemps que l'eau bout et jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'eau. I : **D'où viennent les gaz pour que les bulles durent si longtemps?** R : De la décomposition continue de l'eau, jusqu'à ce qu'elle soit toute partie.

Les élèves ont, aux trois niveaux scolaires, la même façon d'exprimer si l'eau est ou non en ébullition. Il n'y a eu aucune tentative de faite, même par l'élève de Physique 20, pour décrire l'eau en ébullition d'un point de vue physique, c'est-à-dire que l'eau bout quand sa pression de vapeur est égale à la pression atmosphérique. Ils avaient tous l'idée que les bulles étaient de l'air (ou de l'oxygène et de l'hydrogène), et pourtant ils ont indiqué tous les trois qu'ils étaient certains de l'exactitude de leurs réponses.

Les différentes idées des élèves comportent certaines caractéristiques communes, parmi lesquelles :

a. Une pensée dominée par la perception; c'est-à-dire que le sucre disparaît quand il se dissout.

b. Un point de vue limité; ex. : en expliquant l'action d'une paille pour boire, beaucoup d'élèves ne pensent qu'à ce qui se passe à l'intérieur de la paille et attribuent le mouvement du liquide à la «succion» plutôt qu'à une différence de pression à l'intérieur et à l'extérieur de la paille. Un autre exemple est l'idée qu'une force agit seulement lorsqu'on peut observer un mouvement.

c. Un raisonnement causal linéaire. Les élèves ont souvent une orientation «préférée» lorsqu'ils raisonnent au sujet d'événements; ex. : ils peuvent comprendre que l'addition d'énergie peut faire passer un solide à l'état liquide mais ne peuvent expliquer ce qui se passe lorsqu'un liquide se transforme en solide. Des processus considérés comme réversibles par les scientifiques ne sont pas forcément vus de la même façon par les élèves.

Certaines perceptions et explications personnelles diffèrent étrangement des vues du monde scientifique et peuvent s'avérer très réfractaires au changement.

d. Une non-différenciation des concepts; ex. : force, énergie et moment sont utilisés de façon interchangeable dans les explications. Les notions des élèves tendent généralement à être plus globales et englobantes que celles des scientifiques.

Plusieurs questions peuvent se poser pour l'enseignant :

a. Quelles sont les expériences qui ont amené les élèves à donner ces réponses?

b. Quelles autres expériences pourraient être nécessaires pour aider ces élèves à comprendre le fondement scientifique du phénomène?

c. Quelles stratégies d'enseignement pourraient aider les élèves à revoir leur façon de penser?

Certaines perceptions et explications personnelles diffèrent étrangement des vues du monde scientifique et peuvent s'avérer très réfractaires au changement (Driver, Guesne et Tiberghien, 1985; Osborne et Freyberg, 1985). Des études dans diverses parties du monde ont révélé une gamme semblable d'idées particulières sur un sujet, ce qui confirme la notion que l'individu constitue ces vues diverses à partir de l'expérience directe qu'il fait du monde lors d'événements quotidiens. Les élèves considèrent souvent, par exemple, que

les diverses perspectives sur la force et le mouvement ont plus de sens et sont plus utiles que celles que leur présentent leurs enseignants; ex. : les objets plus lourds tombent plus vite; si un corps n'est pas en mouvement, aucune force ne s'exerce sur lui. De plus, des expressions comme «énergie» et «travail» ont en sciences une signification différente de celle qu'ils ont dans le langage courant. Le sens quotidien plus général peut interférer avec la signification scientifique. Par exemple, le sens physique technique (restreint) de l'expression «conservation de l'énergie» ne s'applique qu'aux systèmes fermés tandis que, dans un contexte quotidien, la «conservation de l'énergie» s'applique à des systèmes ouverts (Osborne et Freyberg, 1985). Il peut y avoir un fort potentiel d'erreurs de logique et de confusion de concepts. Il faut donc adopter des approches pédagogiques propres au dépistage de la compréhension que peuvent déjà avoir les élèves afin de pouvoir ensuite étoffer et approfondir ces connaissances.

Il peut y avoir un fort potentiel d'erreurs de logique et de confusion de concepts. Il faut donc adopter des approches pédagogiques propres au dépistage de la compréhension que peuvent déjà avoir les élèves afin de pouvoir ensuite étoffer et approfondir ces connaissances.

Une vue constructiviste de l'apprentissage soutient que les idées nouvelles peuvent être approfondies si l'on met en valeur la signification des entrées sensorielles en les greffant aux idées et aux expériences existantes. Le cadre des acquis de l'apprenant joue bien sûr un grand rôle. On suppose souvent que, ou bien l'apprenant ne possède aucune connaissance ayant une influence potentielle sur le sujet (la notion de «table rase»), ou bien que toute idée de l'élève est directement et aisément remplaçable par l'idée plus juste présentée par l'enseignant (la notion de la «domination de l'enseignant»). Les chercheurs reconnaissent maintenant que la situation est plus complexe que ne le laissent entendre ces deux possibilités. Gilbert, Osborne et Fensham (1982) identifient cinq résultats possibles de l'enseignement des sciences qui, souvent, peuvent se produire au sein de la même classe :

a. Le point de vue divergent demeure inchangé.

   Par exemple, les bulles dans l'eau bouillante sont de l'air ou de l'hydrogène et de l'oxygène; ou bien «plus on monte, plus on subit les effets de la pesanteur, jusqu'à ce qu'on quitte l'atmosphère» (Osborne et Freyberg, p. 87).

Les élèves peuvent adopter un point de vue sur les «sciences à l'école» qui peut différer de la façon dont ils pensent réellement.

b. Le résultat aboutissant à deux points de vue

   Les élèves peuvent adopter un point de vue sur les «sciences à l'école» qui peut différer de la façon dont ils pensent réellement. Et aucune tentative n'est faite pour concilier ces deux points de vue : l'un est pour l'examen; l'autre pour la «vie réelle». Dans l'exemple sur l'ébullition de l'eau, les élèves étaient sûrs que leurs explications étaient justes, même si les élèves de 9e et 11e année avaient étudié le changement de phase.

c. Le résultat renforcé

Les idées enseignées sont interprétées de façon à appuyer l'idée antérieure; ex. : l'idée que l'eau se transforme en air lorsqu'elle bout ou s'évapore est renforcée quand l'élève apprend que la molécule d'eau est faite d'hydrogène et d'oxygène, et que l'air contient de l'oxygène.

d. Le résultat qui désoriente

Les élèves peuvent perdre la confiance qu'ils avaient dans leurs idées antérieures - naïves mais relativement cohérentes - et en être réduits à un état de désorientation qui influence leurs futurs apprentissages; ex. : l'idée que la chaleur a un seul type d'effet sur la matière, soit la décomposition chimique. Une telle perspective est en désaccord avec la diversité des changements que peut subir la matière lorsque l'énergie sous forme de chaleur est ajoutée et avec le fait que ce qui arrive dépend en réalité de la situation.

e. Le résultat de sciences unifiées

Si l'enseignement des sciences doit élargir la compréhension qu'a l'élève du monde, les idées présentées par l'enseignant dans le cours de sciences doivent être en interaction avec l'expérience acquise par l'élève, soit à l'école même, soit en dehors. Des contradictions entre les intentions de l'enseignant et les perspectives de l'apprenant peuvent être identifiées et réduites grâce à une stratégie d'enseignement constructiviste (Erickson, 1979; Osborne et Freyberg, 1985). En examinant les connaissances qui sont à l'origine des idées spécifiques présentées par un grand nombre d'élèves sur un sujet donné, l'enseignant peut modifier son rôle de distributeur de l'information pour devenir un guide dans la croissance conceptuelle de l'apprenant.

Si l'enseignement des sciences doit élargir la compréhension qu'a l'élève du monde, les idées présentées par l'enseignant dans le cours de sciences doivent être en interaction avec l'expérience acquise par l'élève, soit à l'école même, soit en dehors.

Existe-t-il, dans les cours de sciences, des éléments identifiables qui tentent de modifier les idées tenaces des élèves, de sorte à ce qu'elles se conforment davantage à la vision scientifique du monde? Les sections qui suivent examinent un modèle d'enseignement qui a été proposé afin de clarifier, de stimuler et d'approfondir la compréhension fonctionnelle des interrelations dans les idées scientifiques. Le modèle préconise une approche qui permet aux enseignants du secondaire de créer et d'analyser des stratégies d'enseignement appropriées.

MODÈLE CONSTRUCTIVISTE DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

Une stratégie éducative bien connue comportant trois étapes, qui sous-tend l'enseignement des sciences a été décrite sous le nom de «cycle d'apprentissage» (Karplus, 1977) ou «méthode d'enquête». La figure 1 donne les éléments principaux de cette stratégie en rapport avec les conceptions personnelles de l'apprenant et le processus de changement conceptuel.

Le modèle peut être vu comme un «V» inversé, avec des interactions et des points de recoupement entre les deux côtés, aux étapes qui correspondent. L'étape n° 3, celle de l'habilitation (ou de la compréhension, vu que la compréhension équivaut à l'habilitation, dans le sens où elle permet à l'apprenant d'agir) est vue comme le sommet du «V». Cette étape incarne les buts ou résultats du processus d'enseignement/apprentissage des sciences. Le côté correspondant à la matière et celui correspondant aux concepts psychologiques sont vus tous deux comme nécessaires au développement de la compréhension. Le modèle lui-même peut être vu comme récursif, en ce que le cycle des trois étapes peut servir de guide à la planification de modules, de sujets, de leçons individuelles ou de séquences de leçons. La transition d'une étape à l'autre est vue comme faisant intervenir le développement et la pratique de diverses habiletés : celles du traitement de l'information scientifique, de la métacognition, de la prise de décisions, de la pensée logique, de la pensée réfléchie, de la résolution de problèmes et de la pensée créative.

Chaque niveau est décrit ci-dessous. La description est suivie d'une séquence possible sur le thème de l'énergie.

ÉTAPE N° 3
HABILITATION
(COMPRÉHENSION)

PHASE DE L'ACTION

- habiletés de résolution de problèmes
- habiletés de prise de décisions
- habiletés de pensée créative

ÉTAPE N° 2
ÉDIFICATION DES CONNAISSANCES

PHASE DE L'INTRODUCTION DES CONCEPTS

- habiletés de traitement de l'information scientifique
- habiletés de raisonnement logique

PHASE DU CHANGEMENT CONCEPTUEL, DE LA RECONCEPTUALISATION (voir fig. 2)

- stratégies et habiletés métacognitives
- habiletés de pensée réfléchie

ÉTAPE N° 1
EXPLORATION

PHASE DE L'EXPLORATION DES CONCEPTS

ASPECTS LOGIQUES DE LA MATIÈRE

CÔTÉ FACTUEL/ MÉTHODOLOGIQUE (G) *

* G = gauche

PHASE DE L'IDENTIFICATION ET DE L'EXPLORATION
- perspectives de rechange

ASPECTS PSYCHOLOGIQUES DE LA REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES

CÔTÉ PSYCHOLOGIQUE/ CONCEPTUEL (D) *

* D = droit

Figure 1 : Cadre sous-jacent à la stratégie constructiviste de l'enseignement des sciences

Étape nº 1 (G). Exploration

Durant la phase exploratoire, on met l'accent sur le développement d'un fonds d'expérience commun avec les phénomènes et événements étudiés. Le but est de faire naître des questions dans l'esprit de l'élève. La phase exploratoire est particulièrement importante dans des domaines comme la chimie où les élèves n'ont pas d'exposition pratique aux phénomènes chimiques. Les habiletés de traitement de l'information scientifique interviennent ici et prolongent la compétence acquise au cours des années précédentes. L'occasion de mettre en pratique les habiletés de raisonnement logique est aussi accentuée. Même si l'élève peut recueillir une grande quantité d'information au cours de cette étape, il ne faut pas confondre celle-ci avec la transmission directe de l'information scientifique par l'enseignant.

Étape nº 1 (D). Phase de l'identification et de l'exploration

Dans une approche constructiviste, l'exploration consiste surtout à mettre en lumière les diverses idées et solutions de rechange que les élèves ont à propos du sujet (il peut être utile de faire la distinction entre les idées naïves [idées préconçues] et les idées ou explications de rechange [conceptions de rechange] qui peuvent s'être formées au cours de l'instruction précédente). Le but est ici semblable à celui qu'offre la matière en ce que l'élève identifie les idées et réserve son jugement. L'interrogation en vue de solliciter les idées est une technique-clé. Diverses stratégies métacognitives (la métacognition est la pensée qui revient sur elle-même) telles que la création de cartes de concepts, peuvent aussi être utilisées, à cette étape, pour révéler à la fois à l'élève et à l'enseignant les idées particulières qu'ils ont. La prise de conscience de ce que l'on connaît et de ce que l'on ne connaît pas constitue un élément important de la pensée réfléchie et permet de passer à l'étape suivante de l'édification des connaissances pour l'enseignant comme pour l'élève.

Étape nº 2 (G). Phase de l'introduction des concepts

Du côté de la matière, on introduit le contenu scientifique, la terminologie, les représentations mathématiques, les symboles et les modèles explicatifs pour traiter des questions et problèmes formulés dans l'ÉTAPE Nº 1. C'est là le point central traditionnel de l'enseignement des sciences au secondaire.

Les mathématiques sont un des langages de l'imagination.
(Northrop Frye)

L'introduction des idées mathématiques venant de la géométrie, de l'algèbre et de la trigonométrie comme modes de représentation et de réflexion sur les idées scientifiques sert de grande stratégie unificatrice. Les sciences font intervenir à la fois le raisonnement qualitatif et quantitatif ainsi que la résolution de problèmes.

Étape nº 2 (D). Phase du changement conceptuel/de la reconceptualisation

Dans l'enseignement constructiviste des sciences, le côté psychologique correspondant porte maintenant sur la restructuration des cadres explicatifs actuels de l'élève, selon un mode significatif. L'enseignant ne peut faire cela pour l'élève, mais il peut préparer le terrain et concevoir des activités qui, si elles réussissent, permettront à l'élève de le faire pour lui-même.

La figure 2 présente un organigramme d'une stratégie d'enseignement pour le changement conceptuel.

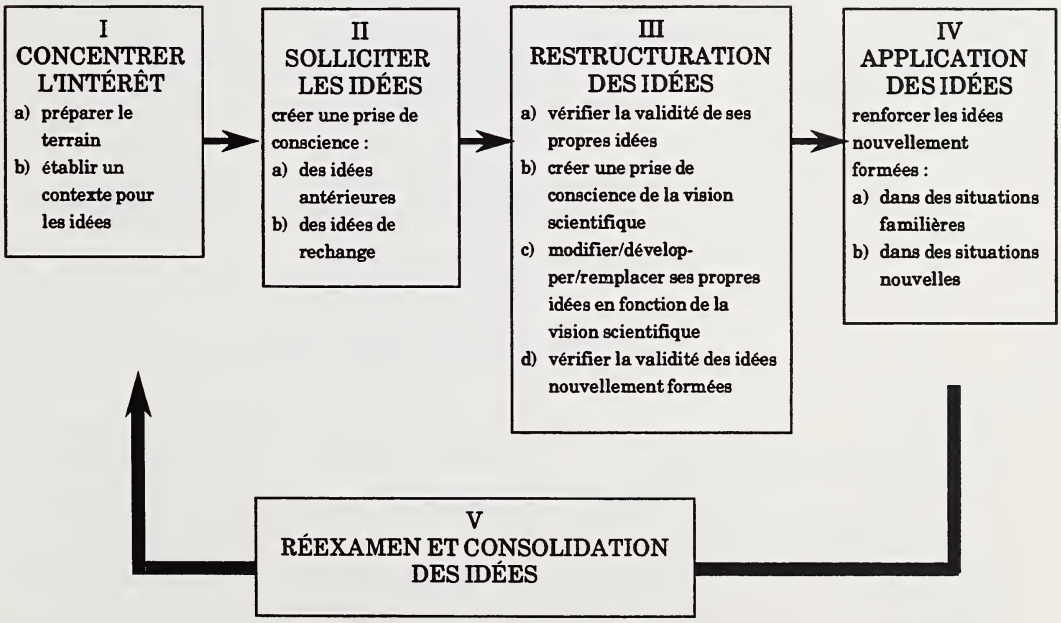


Figure 2. L'enseignement en vue du changement conceptuel

L'énergie : Changement chimique et changement physique

Cadre		Exemple	
Factuel Méthodologique	Psychologique Conceptuel	Factuel Méthodologique	Psychologique Conceptuel
Étape nº 1 créer des expériences à partir des phénomènes, concevoir des activités qui font naître des questions	identifier les perspectives précédentes et la gamme des perspectives de rechange – différencier l'énergie d'autres idées, comme la force	démontrer divers phénomènes sur les formes d'énergie; ex. : la combustion d'éclisses de bois, la création d'un précipité, la conductivité d'une solution, la dilatation d'un gaz ou d'un liquide, le changement de phase, la croissance. Demander aux élèves de prédire le résultat, puis de l'observer et de l'expliquer	proposer ou énumérer spontanément une gamme d'idées sensées portant sur l'énergie, ses formes, ses transformations et ses effets – arranger les mots-clés en une carte conceptuelle selon les rapports perçus (voir l'exemple en annexe)
Étape nº 2 présenter le contenu et la terminologie, les symboles, formules, modèles, représentations et théories	choisir à partir de la séquence dans la figure 2	changement physique et chimique, énergie physique potentielle, énergie chimique potentielle, réactions exothermiques et endothermiques, changement d'état, énergie cinétique, mouvement moléculaire, cinétique chimique, systèmes fermés et systèmes ouverts, mesure de l'énergie	tester chaque idée sensée et inscrire les résultats – refaire la carte conceptuelle à intervalles réguliers – identifier les questions restées sans réponse
Étape nº 3 consolidation, extension, application des idées, évaluation de ce qui est connu et des points où les connaissances doivent être complétées	de la pratique et encore de la pratique! – pratiquer en utilisant de nouvelles idées dans toute une gamme de contextes quantitatifs et qualitatifs – évaluer l'utilité d'une définition scientifique de l'énergie	créer une structure de relations réciproques parmi les idées. Quelles sont les idées-clés? – rédaction à la manière d'un journal sur les questions – la Terre comme système d'énergie	faire le rapport entre la «conservation de l'énergie» au sens courant du terme et la conservation de l'énergie dans les sciences physiques Qu'arrive-t-il à l'idée de la conservation dans les domaines de la chimie et de la biologie?

Un certain niveau de conflit conceptuel (créé par l'enseignant ou par les élèves eux-mêmes) semble être nécessaire pour encourager les élèves à reconnaître qu'ils devraient peut-être réviser leurs points de vue actuels. Cependant, le simple fait qu'il existe une contradiction ou une lacune ne suffit pas. Posner et al. (1982) ont identifié trois critères qui doivent être rattachés à une nouvelle idée pour que survienne un changement conceptuel. La nouvelle idée doit être :

a. intelligible - l'apprenant doit comprendre l'essentiel de la nouvelle idée; c'est-à-dire ce dont il y est question. Si le contexte et le langage de la nouvelle idée ne sont pas saisis, l'un des quatre autres résultats découlant de l'instruction peut se produire et il n'y aura pas eu de croissance conceptuelle.

b. plausible - l'apprenant doit être intellectuellement satisfait de ce que la nouvelle idée «a du sens» et est soutenue par des preuves.

c. utile - l'apprenant perçoit la rentabilité ou l'avantage de la nouvelle idée pour éliminer les problèmes existant dans la vision actuelle ou pour émettre de meilleures prédictions/explications fondées sur des preuves.

Un certain niveau de conflit conceptuel semble être nécessaire pour encourager les élèves à reconnaître qu'ils devraient peut-être réviser leurs points de vue actuels.

Diverses techniques particulières d'enseignement et d'activités pour l'élève peuvent être utilisées dans les phases de la stratégie du changement conceptuel. L'enseignant peut :

- s'assurer des points de vue de l'élève grâce à des activités en classe; ex. : une séquence prédire-observer-expliquer;
- classifier, interpréter et clarifier les perspectives des élèves pour eux-mêmes et de façon réciproque;
- établir des contextes spécifiques et offrir des expériences motivantes telles que des événements contradictoires;
- présenter la preuve dans le cadre du point de vue scientifique;
- stimuler la discussion sur les mérites de diverses solutions ou approches;
- identifier des vues historiques; évaluer les preuves qui ont amené les changements;
- encourager les élèves à présenter leurs propres visions à la classe dans un climat de respect mutuel et à vérifier si leurs points de vue sont justes en recherchant des preuves.

La transition de l'ÉTAPE N° 2 à l'ÉTAPE N° 3 permet à l'élève de mettre en pratique ses habiletés de résolution de problèmes dans des situations familières comme inusitées, dans des contextes où il peut exercer sa pensée créative et faire l'expérience du choix entre divers plans d'action. Ces types d'habiletés se prêtent aux activités orientées vers la résolution de problèmes technologiques et l'étude de controverses STS ainsi qu'à la consolidation des idées scientifiques et des habiletés de résolution de problèmes quantitatifs. La clé de la réussite est ici la pratique et encore la pratique des idées scientifiques jusqu'à ce que l'élève se sente à l'aise avec ces idées dans divers contextes et qu'il réalise lui-même que sa compréhension conceptuelle est en train de croître.

Le défi pour les enseignants est de créer une stratégie qui aide les élèves à transformer l'information scientifique en connaissances personnelles, tout en maintenant un équilibre intérieur entre l'imagination et l'évaluation, entre le spéculatif et le factuel.

L'enseignement des sciences est une activité complexe et parfois instable, qui exige de l'enseignant des habiletés et une compétence professionnelle débordant largement du cadre de la connaissance de la matière. Il existe un besoin de créer et d'uniformiser la langue du discours professionnel pour exprimer les résultats de recherches et les idées sur la façon de développer la compréhension de l'apprenant en sciences. Certains points ne peuvent être communiqués que par l'exemple et il est possible que certains ne peuvent être compris que si l'on en fait personnellement l'expérience. Par exemple, pour en arriver à comprendre ce qui fait qu'une controverse STS est bien une controverse et en saisir toutes les implications, les élèves doivent peut-être réaliser certains types de travaux ou d'actions en groupe. Le thème de la conservation de l'énergie se prête bien à diverses activités dans lesquelles les idées scientifiques s'intègrent à l'expérience quotidienne.

Le défi pour les enseignants est de créer une stratégie qui aide les élèves à transformer l'information scientifique en connaissances personnelles, tout en maintenant un équilibre intérieur entre l'imagination et l'évaluation, entre le spéculatif et le factuel. Cette interaction donne lieu à la croissance conceptuelle.

BIBLIOGRAPHIE

Driver, R., Guesne, E., and A. Tiberghien. 1985. *Children's Ideas in Science.* Milton Keynes, England: Open University Press.

Erickson, G. 1979. "Children's Conceptions of Heat and Temperature." *Science Education* 63:221–230.

Gilbert, J.K., Osborne, R.H., and P.J. Fensham. 1982. "Children's Science and Its Consequences for Teaching." *Science Education* 66:623–633.

Karplus R. 1977. *Science Teaching and the Development of Reasoning.* Berkeley, CA: University of California.

Mason, C. L. 1992. "Concept Mapping: A Tool to Develop Reflective Science Instruction". *Science Education* 76:51–63.

Osborne, R., and P. Freyberg. 1985. *Learning in Science.* Auckland, N.Z.: Heinemann.

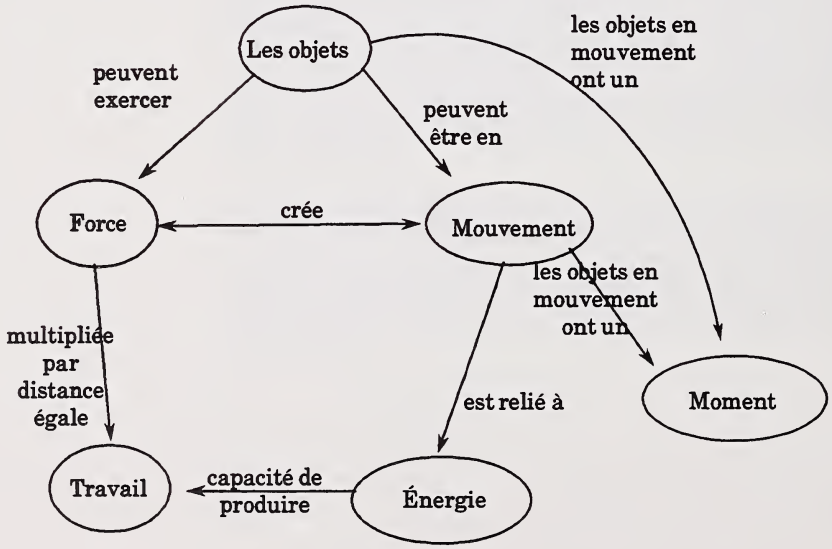
Posner, G.J., et al. (1982). "Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change." *Science Education* 66:211–227.

ANNEXE
Utilisation d'une carte conceptuelle

Les cartes conceptuelles sont des diagrammes qui montrent la façon dont les gens perçoivent les rapports entre les concepts. Ils sont un très bon outil diagnostique qui met en évidence les convictions de l'élève. On peut utiliser les cartes conceptuelles au début d'une stratégie d'enseignement pour sonder les idées que les élèves apportent sur un sujet, ou plus tard lors de la séquence didactique pour contrôler le changement conceptuel. Des chaînons manquants peuvent aussi indiquer des points faibles dans la structure du contenu du cours.

On peut utiliser les cartes conceptuelles au début d'une stratégie d'enseignement pour sonder les idées que les élèves apportent sur un sujet, ou plus tard lors de la séquence didactique pour contrôler le changement conceptuel.

Dans une carte conceptuelle, les termes peuvent être des concepts, événements, objets, principes, thèmes, personnages, activités en classe ou n'importe quel ensemble d'éléments interdépendants. Sur une feuille, on dispose un jeu d'éléments, présentés séparément sur de petits bouts de papier; l'élève considère chaque élément en rapport avec CHACUN DES AUTRES, sur une base individuelle. Ceux qui présentent un lien quelconque sont reliés par un trait sur lequel on inscrit la nature du lien. L'exemple ci-dessous illustre des relations possibles dans le domaine de la force, du mouvement et de l'énergie :



Il est à remarquer que dans l'exemple ci-dessus, certaines idées sont clairement reliées tandis que d'autres rapports, surtout parmi les concepts d'énergie, de moment et de travail,

sont perçus comme étant plus flous. Une révision ou du travail supplémentaire dans le renforcement de ces liens est peut-être indiqué.

Lorsqu'on présente aux élèves la stratégie de création de cartes conceptuelles, il est utile de commencer par un sujet familier dans lequel les liens sont définitionnels, comme dans l'exemple ci-dessus, ou comme pour les atomes, éléments, etc. Utiliser de quatre à six concepts pour les premières cartes conceptuelles et augmenter de sept à dix le nombre de concepts dans les activités ultérieures. Exiger que les élèves organisent eux-mêmes les concepts et insister sur le fait qu'il n'existe pas une seule réponse juste. À mesure que les élèves acquièrent des habiletés dans la création des cartes conceptuelles, on peut leur demander d'identifier les concepts qui ont du sens pour eux et de dessiner des cartes conceptuelles indiquant les rapports.

Les cartes conceptuelles sont une bonne façon de stimuler la pensée et constituent un excellent point de départ pour une activité en petits groupes ou pour une discussion impliquant toute la classe. Il faut utiliser cette technique avec modération et s'assurer de varier le contexte dans lequel on s'en sert, de sorte à maximiser son efficacité dans l'activation de la pensée réfléchie chez l'élève.

L'enseignant en tant que facilitateur

L'ENSEIGNANT EN TANT QUE FACILITATEUR

Audrey Chastko, Ph.D.

Au début du semestre, j'ai assisté à plusieurs réunions d'enseignants de sciences au secondaire deuxième cycle. Une de leurs préoccupations majeures exprimées lors de ces réunions portait sur le besoin qu'ils avaient, en cours d'emploi, de se préparer à mettre en œuvre le nouveau programme de Sciences 10 dans les écoles de l'Alberta. J'étais - et je suis encore - frappée de voir le niveau d'anxiété que la perspective d'enseigner ce nouveau cours semble créer parmi ce groupe d'enseignants de sciences hautement qualifiés, respectés et qui ont réussi dans leur carrière. Ils donnent l'impression de ne pas avoir confiance en leur aptitude à donner le cours et d'avoir besoin d'apprendre, ou de réapprendre, comment enseigner les sciences à l'école. Comme le dit un enseignant qui assistait à l'une de ces réunions : «On ne connaît que la présentation au tableau. Il nous faut apprendre des stratégies pédagogiques différentes pour enseigner ce nouveau cours.»

Le nouveau programme d'études voit l'enseignant de sciences comme un facilitateur de l'apprentissage des sciences plutôt que comme un expert/conférencier ou distributeur de connaissances scientifiques.

Il est vrai que le programme de Sciences 10 apparaît, et sera perçu, comme très différent du programme de sciences que nous avons enseigné en Alberta au cours des dernières années. Mais les changements aux programmes d'études ne sont pas chose nouvelle. Tous les programmes d'études sont soumis à un examen, une révision et des changements sur une base continuelle. Le programme de sciences n'y fait pas exception. En fait, bon nombre de ces mêmes enseignants ont dû faire face aux changements dans le programme de sciences comme à un ajustement normal tout au long de leur carrière. Qu'y a-t-il dans la révision de ce programme d'études qui pousse les enseignants expérimentés à remettre en question leurs aptitudes et leur préparation pour enseigner le cours de Sciences 10?

Il est clair que la révision de ce programme d'études va au-delà d'un simple réarrangement de détails mineurs dans l'envergure et la séquence des cours de sciences scolaires. D'une part, cette révision exige que nous fassions le lien entre diverses disciplines scientifiques à l'intérieur d'un programme d'études. D'autre part, elle spécifie le but majeur du cours comme étant le développement d'une culture scientifique. Je doute que beaucoup d'enseignants de sciences contrediraient mon collègue qui exprimait le besoin d'explorer éventuellement des stratégies d'enseignement différentes, et même nouvelles, dans la mise en œuvre du cours de Sciences 10. Néanmoins, si l'exploration de stratégies d'enseignement novatrices ou différentes reflète un souci sur le plan pratique de la part d'enseignants

expérimentés, c'est probablement sur elle que portera la révision majeure du programme de sciences.

Cette répercussion représente un changement de perspective sur le rôle de l'enseignant de sciences, par rapport à ce que nous en sommes venus à considérer comme approprié dans la pratique actuelle. En bref, le nouveau programme d'études voit, selon moi, l'enseignant de sciences comme un facilitateur de l'apprentissage des sciences plutôt que comme un expert/conférencier ou distributeur de connaissances scientifiques. De plus, vu qu'il est souvent difficile d'apprendre comment faire quelque chose différemment sans d'abord examiner pourquoi on devrait le faire, il semble important de commencer, dès le début, par un examen de ce rôle. Le but principal de cet article est donc d'explorer le rôle de l'enseignant en tant que facilitateur dans la classe de sciences, et ses implications pour un changement dans la pratique en classe. Commençons donc par nous pencher sur la pratique actuelle en rapport avec le nouveau programme de sciences.

Des recherches contemporaines dans l'enseignement des sciences nous fournissent des études sérieuses sur les pratiques courantes de l'enseignement des sciences. Le rapport du Conseil des sciences du Canada (1984), par exemple, comprend des études de cas approfondies sur les classes de sciences au secondaire deuxième cycle en Alberta et dans d'autres provinces canadiennes. Ces études nous font voir des classes de sciences très centrées sur l'enseignant, où les élèves prennent abondamment des notes et où les activités en laboratoire sont conçues afin d'aider les élèves à vérifier les connaissances scientifiques déjà dispensées par l'enseignant.

Ces études nous font voir des classes de sciences très centrées sur l'enseignant, où les élèves prennent abondamment des notes et où les activités en laboratoire sont conçues afin d'aider les élèves à vérifier les connaissances scientifiques déjà dispensées par l'enseignant.

Ces observations appuient largement les études de cas faites par Stake et Easley (1978) sur les pratiques de l'enseignement des sciences dans les écoles secondaires deuxième cycle des États-Unis. Ces chercheurs ont trouvé que les enseignants de sciences semblaient être très préoccupés par l'enseignement des définitions et faits fondamentaux décrits dans les manuels de l'élève. De plus, même si les enseignants de sciences disaient que l'apprentissage utilisant la méthode d'enquête constituait un élément important des programmes de sciences à ce moment-là, les auteurs ont rarement été témoins de l'utilisation de l'enquête scientifique dans les classes observées.

Plus récemment, Gallagher et Tobin (1987) ont étudié les interactions des enseignants et des élèves dans des classes du secondaire deuxième cycle en Australie. Ils identifient

quatre grandes catégories d'activités : 1) celles qui favorisent l'interaction dans la classe, 2) celles qui favorisent la passivité dans la classe, 3) celles qui favorisent le travail individuel au pupitre, 4) celles qui favorisent le travail en petits groupes. Ces catégories ne sont pas différentes du genre d'activités que l'on voit souvent en Alberta dans les classes de sciences. Il peut donc être utile d'examiner les descriptions que font Gallagher et Tobin de ces activités en classe, lorsqu'on identifie les perceptions qu'ont les enseignants de sciences de leur rôle dans la classe.

Selon l'estimation de Gallagher et Tobin, les activités impliquant toute la classe n'amènent en général qu'environ 25 pour cent des élèves à participer activement. La participation des élèves se résume aux réponses fournies par un petit groupe d'élèves dans le cadre de la présentation du contenu qui se fait plutôt sous forme de cours magistral. Par ailleurs, Gallagher et Tobin décrivent les activités de travail individuel au pupitre comme ayant tendance à «exiger un niveau assez bas d'habiletés cognitives», à se dérouler vers la fin de la leçon, amenant souvent les élèves à bavarder «tranquillement (mais librement) sur des sujets qui n'ont pas de rapport avec les sciences» (p. 542). D'un autre côté, les activités de travail en petits groupes se résument surtout au travail que font les élèves en vue de recueillir les données de laboratoire, où ils «travaillent à un rythme qui prend tout le temps alloué» (p. 543). En outre, le travail au laboratoire manquait d'orientation et de méthode, et les enseignants le faisaient suivre de conclusions «toutes faites».

Rares sont les enseignants de sciences en Alberta qui ne peuvent voir dans ces descriptions certains traits communs à leur propre pratique de l'enseignement des sciences. C'est que ces activités reflètent, dans une large mesure, la façon dont on a nous-même appris les sciences, la façon dont on a appris à enseigner les sciences et, par conséquent, ce qui ne devrait étonner personne - ce que nous en sommes venus à considérer comme approprié pour la pratique de l'enseignement des sciences. L'important, c'est que ces activités constituent des caractéristiques observables de la tradition selon laquelle l'enseignant est un expert/conférencier dans la classe de sciences du secondaire deuxième cycle. C'est-à-dire que ces activités trouvent leur justification dans le fait que l'information, les connaissances et la pensée qui se manifestent dans la classe de sciences passent de l'enseignant aux élèves.

Il est clair que les élèves n'ont aucunement besoin de réfléchir activement à des rapports et explications scientifiques si non seulement l'enseignant est prêt à le faire mais si les élèves eux-mêmes s'attendent à ce qu'il le fasse.

Si l'on accepte ce point de vue, on doit aussi être prêt à accepter deux autres implications très importantes. La première, c'est que le rôle de l'enseignant en tant qu'expert/conférencier relègue inévitablement l'élève au rôle

d'apprenant passif. Il est clair que les élèves n'ont aucunement besoin de réfléchir activement à des rapports et explications scientifiques si non seulement l'enseignant est prêt à le faire, mais si les élèves eux-mêmes s'attendent à ce qu'il le fasse. Deuxièmement, en vertu des changements dans la structure et le but du programme de Sciences 10, l'enseignant comme expert/conférencier se trouve nécessairement désavantagé en donnant le cours.

Considérez, par exemple, le changement visant à faire le lien entre plusieurs disciplines scientifiques au sein d'un cours du programme. On y parvient en incorporant des concepts communs aux thèmes des sciences physiques, biologiques et de la Terre, à la fois au sein des modules qui constituent le cours et entre ces modules. Ces concepts communs exigent que nous élargissions notre compréhension et nos connaissances des sciences au-delà des limites des sciences spécialisées qui nous sont devenues si familières. Ils exigent que nous nous voyions comme des enseignants de sciences plutôt que comme des enseignants de chimie, de physique ou de biologie.

Ces concepts communs exigent que nous nous voyions comme des enseignants de sciences plutôt que comme des enseignants de chimie, de physique ou de biologie.

Mais notre rôle d'expert diminue de beaucoup lorsqu'on nous demande de traiter de sujets (même d'exemples) qui sont en dehors du domaine de spécialisation que nous avons approfondi durant notre carrière d'enseignant. Comment pouvons-nous dispenser des connaissances spécialisées sur des thèmes empruntés aux sciences de la Terre, par exemple, si nous avons passé tout notre temps et toute notre énergie à devenir des spécialistes en biologie, en chimie ou en physique? Ce n'est pas possible - à moins de se voir donner assez de temps et d'être prêts à mettre suffisamment d'énergie pour devenir spécialisés dans toutes les disciplines scientifiques. Quelle tâche gigantesque! Une approche plus pratique est peut-être celle qui consiste à envisager pour l'enseignant un rôle qui ne demande pas ce genre de compétence.

Qu'en est-il maintenant de la perspective selon laquelle l'apprenant est impliqué dans le but qui sous-tend l'acquisition d'une culture scientifique? Cette dernière souligne le besoin pour tous les élèves d'agir en tant que futurs citoyens dans une société très largement influencée par la science comme par la technologie. Elle nous demande de préparer nos élèves à faire des choix sociaux éclairés en plus de les préparer à poursuivre des études scientifiques. Ces deux buts exigent de nos élèves qu'ils soient des penseurs relativement autonomes et indépendants. Mais il est difficile de voir comment on peut espérer développer l'autonomie et l'indépendance intellectuelle chez nos élèves sans les encourager à jouer un rôle actif dans leur propre apprentissage.

Mais il est difficile de voir comment on peut espérer développer l'autonomie et l'indépendance intellectuelle chez nos élèves sans les encourager à jouer un rôle actif dans leur propre apprentissage.

En fait, les théories courantes de l'apprentissage reconnaissent l'importance de la participation active de la part de l'apprenant dans le processus d'apprentissage. On reconnaît de plus en plus que l'apprenant complète activement ses connaissances du monde naturel en cherchant à expliquer les nouveaux phénomènes. Néanmoins, si la plupart des enseignants de sciences rejettent intellectuellement le concept de l'apprenant comme étant une «ardoise vide» sur laquelle on peut déverser des parcelles successives d'information et de connaissances, les pratiques courantes dans l'enseignement des sciences suggèrent qu'il en est autrement. Le rôle de l'enseignant en tant qu'expert/conférencier reflète avant tout une perspective de l'apprentissage qui dépend d'accumulations successives de connaissances par un apprenant largement passif.

La pensée critique, la résolution de problèmes, la prise de décisions, l'apprentissage coopératif, la méthode d'enquête, le cycle d'apprentissage et l'intégration sont quelques-uns des mots et expressions-clés qu'on commence à entendre dans des réunions d'enseignants de sciences.

Mises ensemble donc, la théorie de l'intégration et celle de l'apprentissage appliquées au contexte du programme de Sciences 10, visent à créer une perspective quelque peu divergente du rôle de l'enseignant de sciences. Elles nous demandent essentiellement d'agir davantage comme facilitateurs de l'apprentissage des sciences par nos élèves et moins comme transmetteurs des connaissances spécialisées qui résultent de nos propres apprentissages. Pour que l'enseignant comprenne bien son rôle de facilitateur, il doit reconnaître le besoin d'une participation active et directe de la part de l'apprenant. Le passage à ce rôle exige absolument que la plupart d'entre nous jetions un regard critique sur nos buts comme sur nos méthodologies dans l'enseignement des sciences.

Cet examen a abouti à remettre l'accent sur plusieurs concepts familiers mais souvent négligés faisant partie du répertoire de connaissances et d'habiletés que les enseignants de sciences apportent dans la classe. La pensée critique, la résolution de problèmes, la prise de décisions, l'apprentissage coopératif, la méthode d'enquête, le cycle d'apprentissage et l'intégration sont quelques-uns des mots et expressions-clés qu'on commence à entendre dans des réunions d'enseignants de sciences, comme celles auxquelles j'ai participé cette année.

Un grand nombre de ces concepts, comme je l'ai déjà suggéré, ne sont pas nouveaux pour les enseignants en général ou ceux qui enseignent les sciences en Alberta. «La pensée critique», par exemple, était le titre d'un article paru dans le bulletin nº 1 publié par le ministère de l'Éducation de l'Alberta en 1949. Il déclare : «L'idéal démocratique est que chaque individu puisse comprendre et exercer» la pensée critique dans la recherche des solutions aux problèmes et que celle-ci «constitue le but ultime de l'éducation» (p. 55). L'article lie de

plus le schéma de pensée scientifique à ce genre de résolution de problèmes. Il est néanmoins apparent, dans les études de cas sur les classes de sciences au secondaire deuxième cycle, que nous en sommes venus à interpréter ce répertoire de connaissances et d'habiletés dans l'enseignement des sciences d'un point de vue qui fait de l'enseignant de sciences un spécialiste/conférencier. Cela a abouti à isoler dans notre esprit les éléments de ces connaissances et habiletés qui nous permettent de jouer ce rôle. En essayant d'utiliser le nouveau programme d'études, nous avons commencé à chercher de nouveaux modèles et stratégies d'enseignement. Nous avons envie de balancer par la fenêtre la «présentation au tableau» et de remettre en question notre préparation comme enseignants de sciences.

Il est apparent, dans les études de cas sur les classes de sciences au secondaire deuxième cycle, que nous en sommes venus à interpréter ce répertoire de connaissances et d'habiletés dans l'enseignement des sciences d'un point de vue qui fait du professeur de sciences un spécialiste/conférencier.

Il est donc intéressant de se pencher sur la préparation que reçoivent les enseignants de sciences pour faire face aux difficultés de la vie quotidienne dans la classe. Dans le cours de méthodologie que je donne sur l'enseignement des sciences au secondaire, on utilise le livre *Becoming a Secondary School Science Teacher* (Trowbridge and Bybee, [1990]). Le livre contient un chapitre intitulé «Models for Effective Science Teaching», qui décrit les étapes spécifiques de la conception des leçons de sciences suivant divers modèles, y compris le modèle du cycle d'apprentissage, le modèle d'apprentissage coopératif, le système de présentation en quatre points et le modèle pédagogique (qui s'appuie sur une perspective constructiviste de l'apprentissage).

Dans mon travail avec mes stagiaires de sciences, j'en suis venue à reconnaître que l'apprentissage de ces modèles et des diverses étapes qui les constituent n'a que peu de retombées sur leur enseignement. En dépit de mes efforts, un grand nombre persiste à parler de la «lecture de leurs notes» plutôt que de la leçon. Il semble que la tradition soit bien enracinée. Mais l'apprentissage de modèles pédagogiques est, selon moi, assez semblable à l'apprentissage de la «méthode scientifique». On ne peut simplement espérer suivre les étapes et voir surgir le résultat approprié. Comme dans le cas de la méthode scientifique, les stagiaires doivent d'abord saisir la raison d'être des étapes avant de pouvoir utiliser ces modèles pour insuffler de la vie à leur enseignement. Il est donc intéressant d'examiner ces modèles pour y déceler les idées communes concernant l'enseignement des sciences.

Chacun des ces «modèles pour un enseignement efficace des sciences» souligne la participation directe et active de l'apprenant avec les matériaux du cours et durant le processus d'apprentissage. Participation non seulement «tactile» mais aussi «mentale». Chaque modèle place en

outre l'enseignant dans un rôle qui est plus en rapport avec celui de facilitateur qu'avec celui de spécialiste/conférencier. Mais changer notre rôle dans la classe de sciences ne va pas être facile. Le changement, comme nous le savons, est un processus, et non un événement. Que pouvons-nous faire alors pour enseigner efficacement le nouveau programme de sciences? Est-ce question de balancer par la fenêtre la «présentation au tableau» et de la remplacer par de nouvelles stratégies pédagogiques, éventuellement différentes, comme celles décrites dans les articles qui suivent?

Mais il serait peut-être encore plus utile de faire un examen critique et approfondi des stratégies et techniques que nous utilisons déjà dans la classe.

L'apprentissage de ces stratégies pourrait, selon moi, être utile. Mais il serait peut-être encore plus utile de faire un examen critique et approfondi des stratégies et techniques que nous utilisons déjà dans la classe. Est-ce qu'elles suscitent une participation active des élèves dans leur apprentissage? Est-ce qu'elles visent à garder les élèves à la tâche d'une façon qui a du sens pour eux ou bien est-ce qu'elles perpétuent chez les élèves une réception passive de la pensée de l'enseignant? Peuvent-elles être modifiées pour éloigner l'enseignant du rôle de spécialiste/conférencier et l'amener à un rôle de facilitateur? Prenons comme exemple notre stratégie de «présentation au tableau».

Une stratégie d'enseignement typique que j'ai observée dans bien des classes de sciences consiste pour l'enseignant à mener la discussion ou l'exposition sur un sujet scientifique, puis à griffonner des notes au tableau ou au rétroprojecteur pour donner les grandes lignes. Les enseignants intercalent souvent, dans la discussion, des questions qu'ils adressent aux élèves. La plupart du temps, ces derniers y répondent par un mot ou une phrase courte; l'enseignant évalue la réponse puis passe à un autre élève pour la question suivante. Cette stratégie établit un schéma de «ping-pong», enseignant-élève nº 1, enseignant-élève nº 2, enseignant-élève nº 3, etc., interaction dans laquelle toutes les questions viennent de l'enseignant et toutes les réponses y retournent. Les questions sont, dans l'ensemble, convergentes; c'est-à-dire qu'elles portent sur des détails spécifiques, en général un mot ou une brève réponse, ne demandant guère plus qu'un rappel de l'information. Ce schéma d'interaction est particulièrement efficace pour revoir du travail antérieur en peu de temps. Mais, parce qu'un seul élève participe à la fois, et qu'un élève peut souvent «s'en tirer» en disant simplement «Je ne sais pas», cette stratégie finit par garder les élèves dans un rôle essentiellement passif pour la majorité du temps.

Cette stratégie établit un schéma de «ping-pong», enseignant-élève nº 1, enseignant-élève nº 2, enseignant-élève nº 3, etc., interaction dans laquelle toutes les questions viennent de l'enseignant et toutes les réponses y retournent.

Pour modifier ce schéma, on pourrait demander à d'autres élèves de faire des commentaires sur l'exactitude de la réponse du premier élève, ce qui augmenterait la participation

de tous les élèves et le niveau de manipulation de l'équipement. Une deuxième modification pourrait consister à changer le degré de difficulté de la question. Par exemple, au lieu de demander simplement quel est l'indicateur d'une réaction chimique (question à laquelle la réponse pourrait être «la formation d'un précipité»), on pourrait demander pourquoi la formation d'un précipité indique probablement qu'un changement chimique a eu lieu, ou comment se forme le solide jaune lorsqu'on mélange deux liquides incolores.

Ces questions sont des questions divergentes; c'est-à-dire qu'en les posant, on amorce la discussion en demandant aux élèves de nous dire comment ils pensent plutôt que ce qu'ils savent. Au même moment, l'enseignant pourrait demander aux autres élèves s'ils sont d'accord avec la première réponse, s'ils ont quelque chose à ajouter, ou s'ils veulent reformuler la réponse en leurs propres termes. L'interaction passe ainsi de l'enseignant à l'élève nº 1, puis à l'élève nº 2 et ensuite à l'élève nº 3 avant de revenir à l'enseignant. En même temps, les élèves sont poussés à écouter leurs pairs (et à apprendre d'eux), comme ils écoutent l'enseignant et apprennent de lui.

Un second type d'interaction est celui où l'enseignant pose une question à laquelle l'élève répond par un mot ou par une courte phrase.

Un second type d'interaction est celui où l'enseignant pose une question à laquelle l'élève répond par un mot ou par une courte phrase. L'enseignant se sert ensuite de cette réponse pour élaborer sur d'importants liens et explications en rapport avec le sujet. Des transcriptions d'interactions dans la classe de sciences révèlent souvent des schémas d'élaboration régulière qui servent de «mini-conférences» pour les élèves. De tels schémas d'élaboration par l'enseignant font qu'il est relativement facile pour les élèves de rester des apprenants passifs. Ils apprennent vite qu'un mot, une expression ou même une simple question suffisent pour que l'enseignant commence à élaborer sur les liens entre les idées ou les explications qu'ils doivent apprendre. L'apprentissage se résume donc à une maîtrise de l'explication de l'enseignant et ne stimule pas le processus de pensée active qui permet de ressasser les grandes idées importantes. Dans ce cas, il est utile de chercher des moyens de rendre les élèves responsables de la création et de la vérification de leur propre compréhension des concepts. Nous pouvons y parvenir en modifiant nos techniques de questionnement ou de production de notes, ou bien en introduisant les techniques de l'apprentissage coopératif, du cycle d'apprentissage, de la méthode d'enquête ou des modèles pédagogiques.

L'apprentissage se résume donc à une maîtrise de l'explication de l'enseignant et ne stimule pas le processus de pensée active qui permet de ressasser les grandes idées importantes.

En se fondant sur la description des stratégies qui suivent, il est clair qu'au moins une partie de nos activités dans la classe de sciences ressembleront probablement à ce qui s'y passe actuellement. Les élèves continueront à travailler en petits

groupes, et se parleront en travaillant. Ils manipuleront encore de l'équipement de laboratoire et utiliseront tableaux, graphiques, diagrammes pour organiser les données qu'ils auront recueillies. Les interactions élèves-enseignant continueront probablement à inclure des schémas de question-réponse, des discussions en grands groupes et même des jeux-questionnaires et des examens de modules.

Il se pourrait bien, par contre, qu'on voie des différences appréciables. Les visiteurs dans nos classes remarqueront probablement que les élèves (plutôt que les enseignants) se serviront davantage des outils audiovisuels pour accéder à l'information et pour la traiter. Les ordinateurs, les vidéodisques et les films sont parmi les outils que les enseignants mettront sans doute à la disposition des élèves pour aider ces derniers à recueillir l'information nécessaire et à en faire la synthèse pour travailler sur des problèmes, devoirs et projets.

L'accent mis sur la participation signifiante et personnelle de l'élève seul et en interaction avec ses pairs est, selon moi, l'élément-clé qui permet de comprendre et d'enseigner le nouveau programme.

Mais la différence la plus importante sera la qualité (et peut-être la fréquence) des interactions de l'élève avec ses pairs. Ces interactions refléteront le genre de collaboration et d'indépendance intellectuelle nécessaires pour aborder les questions scientifiques et technologiques au XXIe siècle. L'accent mis sur la participation signifiante et personnelle de l'élève seul et en interaction avec ses pairs est, selon moi, l'élément-clé qui permet de comprendre et d'enseigner le nouveau programme. Ce n'est pas une question d'utiliser un modèle d'apprentissage coopératif ou le cycle d'apprentissage, ou bien le système de présentation en quatre points pour structurer tout notre enseignement. C'est plutôt une question d'élargir notre répertoire d'outils pédagogiques afin de pouvoir faire un choix actif et individuel parmi diverses stratégies d'enseignement pour lancer les élèves, à l'aide de concepts et d'idées, sur la voie de leur propre processus d'apprentissage.

Une chose importante, c'est que cela ne signale pas la fin du cours traditionnel ni l'élimination totale des questions convergentes. Nous devons plutôt en arriver à bien comprendre la raison d'être du rôle de l'enseignant comme facilitateur et, à la lumière de cette compréhension, réinterpréter nos connaissances et habiletés dans l'enseignement des sciences. Comme je le suggérais plus tôt, apprendre comment dépend largement de comprendre pourquoi. Nous avons à notre disposition toute une gamme de connaissances et habiletés pour l'enseignement des sciences. Le défi, c'est de les mettre à profit d'une façon différente.

Nous devons en arriver à bien comprendre la raison d'être du rôle de l'enseignant comme facilitateur et, à la lumière de cette compréhension, réinterpréter nos connaissances et habiletés dans l'enseignement des sciences.

BIBLIOGRAPHIE

Alberta Department of Education. 1949. *Bulletin I: Foundations of Education.* Edmonton: King's Printer, 1949.

Gallagher, J.J., and K. Tobin. 1987. "Teacher Management and Student Engagement in High School Science." *Science Education* 71. (4): 535–555.

Conseil des sciences du Canada. *Enseignement des sciences dans les écoles canadiennes.* Vol. 3 du *Conseil des sciences du Canada-Étude approfondie nº 52.* Ottawa, Centre de documentation du Gouvernement du Canada, 1984.

Stake, R.E., and J.A. Easley, Jr. 1978. *Case Studies in Science Education.* Urbana, IL.: Center for Instructional Research and Curriculum Evaluation, University of Illinois.

Trowbridge, L.W., and R.W. Bybee. 1990. *Becoming a Secondary School Science Teacher.* 5th edition. Columbus, OH: Merrill Publishing Company.

Méthodes d'interrogation

INTRODUCTION

Les bons enseignants ont toujours reconnu le fait que l'enseignement est un art du spectacle. Les maîtres enseignants pratiquent leur art d'une façon magistrale et chaque leçon est orchestrée en vue d'offrir une expérience d'apprentissage optimale. On ne devient pas un enseignant exceptionnel en un jour et on doit s'y exercer longuement; le temps et l'énergie qu'on y consacre doivent servir en grande partie non seulement à apprendre la matière mais aussi à développer des habiletés d'enseignement spécifiques.

Un élément-clé dans le répertoire pédagogique est l'art de poser des questions efficacement. Certains éducateurs peuvent avoir l'habileté innée d'interroger de façon efficace : la plupart d'entre nous devons nous y appliquer. Pourquoi? Parce que, en tant qu'enseignants, «nous passons plus de temps à poser des questions à nos élèves qu'à démontrer n'importe quel autre comportement visible d'enseignant». (Kounin, 1970)

Certains éducateurs peuvent avoir l'habileté innée d'interroger de façon efficace : la plupart d'entre nous devons nous y appliquer.

Malheureusement, la recherche menée par Gall (1970), parmi d'autres, a révélé qu'«environ 60 pour cent des questions de l'enseignant demandent aux élèves de se rappeler les faits; environ 20 pour cent exigent des élèves qu'ils pensent; et le reste constitue des questions de méthode.»

Avec une base de données mondiale qui double chaque décennie, nos élèves doivent apprendre comment tirer parti de cette base de données et, pour le faire, ils doivent savoir formuler et poser des questions.

Hare et Pulliam (1980) suggèrent que les enseignants posent des questions du genre littéral parce qu'on offre encore un programme d'études qui s'appuie sur des faits. Dantonio, dans *How Can We Create Thinkers?* (1990) suggère que :

> «La réalité est que les programmes d'études ont tendance à s'en tenir au manuel de l'élève et que les manuels de l'élève insistent sur les faits. C'est pourquoi nous enseignons des faits et que les questions que nous posons aux élèves s'appuient largement sur le rappel de l'information.»

Les nouveaux programmes de sciences au secondaire premier et deuxième cycle, qui mettent l'accent sur les liens et les processus cognitifs, demandent à l'enseignant d'engager les élèves sur la voie de la pensée critique. Pour réussir à l'ère de l'information, nos citoyens de demain doivent pouvoir analyser, clarifier, critiquer et évaluer. Avec une base de données mondiale qui double chaque décennie, nos élèves

doivent apprendre comment tirer parti de cette base de données et, pour le faire, ils doivent savoir formuler et poser des questions.

Assez curieusement, nous passons très peu de temps à enseigner aux élèves comment poser des questions.

Cette méprise au niveau de l'école est encore plus étonnante dans un domaine du curriculum où nous soulignons la «méthode de découverte», la «méthode d'enquête» et le besoin d'«adopter des attitudes interrogatives» (*Enseignement des sciences STS*, 1992).

La capacité à analyser, à formuler des hypothèses et à faire la synthèse repose sur les habiletés de pensée qui s'acquièrent le mieux par l'interrogation, la proposition, la discussion et l'interprétation des données scientifiques.

Si nous voulons mettre efficacement en œuvre l'approche STS à l'enseignement des sciences, nous devons faire participer nos élèves aux processus cognitifs du niveau le plus élevé. La capacité à analyser, à formuler des hypothèses et à faire la synthèse repose sur les habiletés de pensée qui s'acquièrent le mieux par l'interrogation, la proposition, la discussion et l'interprétation des données scientifiques.

En plus, le nouveau programme d'études exige de l'élève qu'il manifeste un comportement de scientifique, comme faire preuve d'esprit critique, réserver son jugement, respecter la preuve et être prêt à changer. On ne peut encourager et développer ces attitudes chez l'élève qu'en lui donnant l'occasion de discuter et de débattre avec ses enseignants et ses camarades.

LES MÉTHODES D'INTERROGATION ET LE NOUVEAU PROGRAMME DE SCIENCES

L'interrogation fait partie intégrante du processus d'enseignement-apprentissage, à tel point que bien des enseignants ne le voient pas comme quelque chose nécessitant améliorations ou ajustements. Lorsque nous voulons vérifier la compréhension, nous posons une question; si la réponse est inadéquate, nous continuons à interroger ou nous donnons simplement à l'élève les connaissances supplémentaires.

Dans la plupart des classes de sciences, surtout au secondaire, l'enseignant passe une bonne partie de son temps à démontrer et à expliquer les concepts scientifiques, en aidant les élèves à faire des hypothèses et à prédire, à analyser les résultats et interpréter les preuves. En général, l'enseignant est en mode «spécialiste»; c'est-à-dire que les élèves le considèrent comme

la source principale de l'information scientifique. Même le manuel de l'élève est sujet à interprétation et à clarification par l'enseignant. De cette façon, l'enseignant peut garantir que les élèves obtiennent une compréhension de base des connaissances et attitudes scientifiques ainsi que des habiletés de traitement de l'information scientifique, qui sont toutes essentielles à la maîtrise du programme d'études.

Dans l'approche STS à l'enseignement des sciences, les objectifs deviennent beaucoup plus vastes. L'enseignant désire maintenant insister sur l'impact des sciences sur la vie quotidienne, pour établir des rapports entre les sciences et la technologie, et entre la technologie et la société.

L'enseignant désire maintenant insister sur l'impact des sciences sur la vie quotidienne, pour établir des rapports entre les sciences et la technologie, et entre la technologie et la société.

Pour accomplir ces objectifs, l'enseignant doit changer son rôle, de «distributeur des connaissances» à «facilitateur de l'apprentissage». Les élèves doivent avoir plus d'occasions d'interagir avec le programme d'études afin de découvrir et de comprendre le rôle que joue la science dans la vie quotidienne.

POURQUOI AMÉLIORER VOS DÉMARCHES PÉDAGOGIQUES?

Un grand nombre d'enseignants offrent déjà beaucoup d'occasions à leurs élèves de discuter et de débattre des principes sous-jacents aux sciences, de façon à ce qu'ils acquièrent une «culture scientifique». D'autres s'inquiètent de ce que, si l'on insiste moins sur les connaissances scientifiques en biologie, en chimie et en physique, les sciences vont devenir, dans la réalité, un autre cours d'études sociales.

L'auteur pense que, dans un cas comme dans l'autre, un enseignant de sciences peut tirer parti de l'adoption de techniques pédagogiques qui augmentent la participation de l'élève dans le processus d'apprentissage. La recherche indique que, si la capacité de l'enseignant, comme celle de l'élève, à poser des questions et à donner des réponses augmente,

- la motivation de l'élève augmente;
- les élèves sont plus critiques vis-à-vis de ce qui est discuté;
- le travail écrit de l'élève révèle plus de profondeur dans la pensée et une meilleure compréhension des concepts essentiels;
- la participation active de l'élève augmente.
  (Blosser, 1980; Gall, 1970; Redfield et Rousseau, 1981)

D'autres s'inquiètent de ce que, si l'on insiste moins sur les connaissances scientifiques en biologie, en chimie et en physique, les sciences vont devenir, dans la réalité, un autre cours d'études sociales.

On peut aussi prouver qu'en posant une question d'une façon particulière, on augmente la possibilité que les élèves :

- s'engagent dans une discussion non dirigée par l'enseignant;
- demandent plus d'information, et
- soient enclins à refléter leurs propres systèmes de valeurs et de croyances.
  (Wright et Nuthall, 1970; Eisner, 1985)

STRATÉGIES SPÉCIFIQUES D'INTERROGATION

1. Temps d'attente

1.1 Dans une étude datant de 1987, Rowe a découvert que le temps d'attente ordinaire de l'enseignant était d'UNE SECONDE. Lorsqu'on augmentait le temps d'attente de TROIS à CINQ SECONDES,

- la longueur des réponses augmentait;
- les élèves donnaient plus de preuves à l'appui de leur raisonnement;
- les élèves faisaient plus de spéculations et pensaient à un niveau plus élevé;
- le nombre de questions posées par les élèves augmentait;
- plus d'élèves participaient lors des réponses;
- la discipline s'améliorait;
- les élèves pensaient que l'enseignant attachait plus de valeur à leur réponse;
- le niveau de confiance des élèves augmentait;
- il y avait plus d'interactions d'un élève à l'autre.

Rowe a découvert que le temps d'attente ordinaire de l'enseignant était d'UNE SECONDE.

1.2 Le temps d'attente est essentiel

- entre la question de l'enseignant et la réponse de l'élève, et
- entre la réponse de l'élève et la réaction de l'enseignant.

1.3 L'analyse du temps d'attente peut nécessiter une intervention extérieure. Voici quelques possibilités :

- enregistrez votre leçon sur bande vidéo;
- enregistrez votre leçon au magnétophone;
- demandez à un collègue de rester dans la classe pour chronométrer;
- demandez aux élèves ce qu'ils pensent.

1.4 Après avoir décidé que vous avez besoin de plus de temps d'attente, vous pouvez essayer l'une de ces stratégies :

- servez-vous de la trotteuse de la pendule murale;
- comptez mentalement;
- ne regardez pas les élèves;
- variez le temps d'attente pour qu'on ne puisse le prédire;
- ne posez pas la question à un élève en particulier avant que le temps d'attente ne soit écoulé, de façon à encourager tous les élèves à penser;
- acceptez si nécessaire une question pas très bien posée et reformulez-la sans interrompre la réponse;
- si la reformulation de la question n'ajoute pas d'indices, clarifiez simplement la question.

2. Nivellement

L'objet du nivellement est de fournir le plus d'occasions possibles au plus grand nombre d'élèves de donner la bonne réponse.

Le nivellement est une technique très simple, fréquemment utilisée par la plupart des enseignants, mais qui mérite cependant qu'on s'y arrête. Le terme fait référence à la stratégie grâce à laquelle l'enseignant pose des questions en relation directe avec la capacité de l'élève. Les questions complexes, difficiles vont aux élèves qui manifestent des habiletés mentales correspondant au niveau le plus élevé. L'objet du nivellement est de fournir le plus d'occasions possibles au plus grand nombre d'élèves de donner la bonne réponse. Cela encourage les élèves à prendre des risques dans la classe. Cela diminue aussi le nombre de mauvaises réponses données au cours d'une classe, qui peuvent avoir un effet négatif sur l'apprentissage.

Lorsqu'on utilise cette technique, il est important de s'assurer que :

2.1 Le nivellement n'est pas trop évident ni condescendant.

2.2 Les élèves sont constamment mis au défi par les questions posées.

3. Approfondissement

L'approfondissement se réfère au fait de donner un suivi aux réponses de l'élève.

L'approfondissement se réfère au fait de donner un suivi aux réponses de l'élève (Dantonio, 1987). Il est utilisé la plupart du temps pour :

3.1 demander une information plus poussée (ex. : «Est-ce que tu peux expliquer davantage?» «Je ne suis pas certain d'avoir bien compris.» «C'est en partie juste. Continue.»).

3.2 encourager à penser de façon approfondie (ex. : «Pourquoi penses-tu ça?» «Est-ce que tu peux appuyer ce que tu dis?» «Maintenant, relie ça à ta réponse précédente.» «Alors tu n'es pas d'accord avec la réponse de _____ ?» «Est-ce que tu peux résumer pour nous maintenant?»).

L'approfondissement permet à l'enseignant de démontrer aux élèves qu'ils sont capables d'exercer les habiletés cognitives du niveau le plus élevé (clarification, synthèse, émission d'hypothèses, etc.) et qu'il attend des réponses du même calibre. S'il passe trop rapidement d'un élève à un autre et se satisfait de réponses moins qu'adéquates, l'enseignant peut envoyer le mauvais signal à la classe concernant ses propres attentes.

4. L'enchaînement

Connu parfois sous le terme de redirection, l'enchaînement est la création de liens entre les questions et réponses fournies par plusieurs élèves. On peut le réaliser de différentes façons :

L'enchaînement est la création de liens entre les questions et réponses fournies par plusieurs élèves.

4.1 Demandez à un élève de commenter la réponse d'un camarade (ex. : «Est-ce que tu es d'accord? Est-ce que _____ a raison?»).

4.2 Demandez à plusieurs élèves de donner leurs réponses respectives à la même question.

4.3 Demandez à un élève d'élaborer sur la réponse d'un autre (ex. : «Est-ce que tu veux ajouter quelque chose à la réponse de _____?» «Peux-tu éclaircir la réponse de _____ ou expliquer plus à fond?»).

4.4 Posez une série de questions formant une séquence à une variété d'élèves pour développer un concept particulier. (Ce qui peut aussi être fait en demandant à un seul élève d'approfondir.)

Gall (1970) soutient que le fait de poser une séquence de questions a une corrélation positive avec la pensée réfléchie et aide les élèves dans le développement des concepts. Riley (1981) a trouvé que la redirection était efficace à tous les niveaux cognitifs et aboutissait à une meilleure participation de l'élève au sujet à l'étude.

Le plus gros avantage de l'enchaînement est peut-être l'occasion qu'il offre à l'enseignant de passer «dans les coulisses» et de jouer un rôle d'observateur. Au cours de bien des années d'observation en classe, l'auteur a noté que cette technique particulière est extrêmement efficace pour favoriser la discussion entre élèves.

5. La formulation des questions

Bon nombre des chercheurs cités précédemment dans cet article ont commenté le taux de questions enseignant/élèves. Des études indiquent que moins de deux pour cent des questions posées au cours d'une leçon type viennent des élèves.

Comme cela constitue, du point de vue de l'élève, une activité où il «prend des risques», on suggère aux enseignants d'offrir l'occasion aux élèves de poser des questions dans un environnement non menaçant, où le niveau de stress est assez bas.

En nous déplaçant d'un programme d'études orienté vers un produit à un programme d'études orienté vers un processus, il s'avère extrêmement important que les élèves sachent comment poser des questions. Comme cela constitue, du point de vue de l'élève, une activité où il «prend des risques», on suggère aux enseignants d'offrir l'occasion aux élèves de poser des questions dans un environnement non menaçant, où le niveau de stress est assez bas. Voici plusieurs suggestions :

5.1 Laissez les élèves préparer à l'avance des questions à poser à d'autres élèves ou à l'enseignant.

5.2 Expérimentez avec des formats de jeux (ex. : Jeopardy ou Baseball des sciences) qui demandent aux élèves de produire des questions.

5.3 Présentez des activités de jeux de rôles (ex. : un forum sur des questions communautaires, une table ronde sur l'environnement, le projet Manhattan); les élèves auront ainsi l'occasion de poser des questions sur des controverses et de débattre de celles-ci dans un environnement stimulant.

5.4 Demandez aux élèves de créer des questions «vraies» ou «pour s'exercer», à utiliser lors du processus d'évaluation.

RÉSUMÉ

Le but de ces grandes lignes était de donner à l'enseignant de sciences à la fois une raison d'être fondée sur la recherche et quelques idées pratiques pour améliorer ses méthodes d'interrogation en classe. La recherche confirme sans aucun doute le lien existant entre la qualité des questions et

l'utilisation des processus cognitifs supérieurs dans les réponses. L'interrogation efficace peut aussi être utilisée pour augmenter la participation, susciter l'intérêt, favoriser la discussion et développer la capacité à résoudre les problèmes.

Il est important cependant, de se rappeler que les techniques décrites ici ne sont qu'un moyen visant une fin - une partie du processus dans le développement de la pensée évoluée, de la créativité et de la capacité à résoudre les problèmes chez le futur citoyen comme chez le scientifique.

Dans un article intitulé «Teaching for Intelligence», Art Costa écrivit la conclusion suivante :

> «Nous devons faire comprendre aux élèves que le but de leur éducation est un comportement intelligent - que la responsabilité de penser leur incombe, qu'il est souhaitable d'avoir plus d'une solution, qu'il est louable de leur part de planifier une réponse réfléchie plutôt que de répondre rapidement ou de façon impulsive, et qu'il est souhaitable de modifier une réponse avec de l'information supplémentaire.» (1988)

Le nouveau programme de sciences offrira aux enseignants encore plus d'occasions de développer ces liens si importants entre nous et notre environnement, notre société et le monde dans lequel nous vivons. Comme l'a dit Immanuel Kant :

> «L'esprit fournit les catégories de l'apprentissage, le monde fournit le contenu.»

BIBLIOGRAPHIE

Alberta Education. *Enseignement des sciences STS. Pour unifier les buts de l'enseignement des sciences.* Edmonton, Alberta, 1992.

Blosser, P.E. 1980. *Handbook of Research: Teacher Questioning Behavior in Science Classrooms.* Columbus, OH: Educational Resources Information Centre.

Costa, Art. 1988. "Teaching for Intelligence." In *Context* 18:22–25.

Dantonio, M. 1987. "Develop Concepts, Question by Question." *Science Teacher* 54(5):46–50.

Dantonio, M. 1990. *How Can We Create Thinkers? Questioning Strategies That Work for Teachers.* Bloomington, IN: National Educational Service.

Eisner, Elliot, ed. 1985. *Learning and Teaching the Ways of Knowing: Eighty–Fourth Yearbook of the National Society for the Study of Education,* Part II. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Gall, M.D. 1970. "The Use of Questions in Teaching." *Review of Educational Research* 40:707–21.

Hare, V.C. and C.A. Pulliam. 1980. "Teaching Questioning: A Verification and an Extension." *Journal of Reading Behavior* 12:69–72.

Kounin, Jacob S. 1977. *Discipline and Group Management in Classrooms.* Huntington, NY: R.E. Krieger Publishing Co.

Redfield, D.L. and E.W. Rousseau. 1981. "Meta–analysis of Experimental Research on Teacher Questioning Behavior." *Review of Educational Research* 51(2):237–45.

Riley, Joseph P. 1981. "The Effects of Preservice Teachers' Cognitive Questioning Level and Redirecting on Student Science Achievement." *Journal of Research in Science Teaching* 18(4):303–09.

Rowe, M.B. 1987. "Using Wait Time to Stimulate Inquiry." In Willen, W.W., ed. *Questioning, Questioning Techniques, and Effective Teaching.* Washington, DC: National Educational Association.

Wright, C.J. and G. Nuthall. 1970. "Relationships Between Teacher Behaviors and Pupil Achievement in Three Experimental Elementary Science Lessons." *American Educational Research Journal* 7:477–911.

Apprentissage coopératif

Olenka Bilash et Audrey Chastko, Ph.D.

On pourrait considérer l'apprentissage coopératif comme une expression qui fait fureur dans les cercles de l'éducation. En tant que tel, sa nature et les principes sur lesquels il s'appuie ne sont souvent compris que de façon superficielle. L'information ci-dessous est présentée sous format de question-réponse pour vous aider à mieux comprendre ce qu'est l'apprentissage coopératif. Des exemples tirés du nouveau programme de Sciences 10, Module 1 - L'énergie solaire, aide à illustrer certaines idées.

L'apprentissage coopératif est une technique d'enseignement/de gestion qui encourage les élèves à travailler ensemble plutôt qu'en compétition l'un avec l'autre, pour faire des devoirs.

Qu'est-ce que l'apprentissage coopératif?

L'apprentissage coopératif est une technique d'enseignement/de gestion qui encourage les élèves à travailler ensemble plutôt qu'en compétition l'un avec l'autre, pour faire des devoirs. Ces devoirs renferment deux composantes : une composante scolaire et une composante d'habiletés sociales. Comme tâche scolaire, par exemple, on peut demander à un groupe d'élèves de lire un extrait choisi, de discuter des implications qu'il contient et de soumettre un bref rapport ou une critique à son sujet. On peut aussi, par la même occasion, demander aux élèves de s'exercer à reformuler des propos au cours de leur discussion. L'enseignant devra d'abord présenter la technique de reformulation et proposer aux élèves diverses applications qu'ils pourront mettre en pratique au cours de leurs discussions. Pendant que les élèves complètent la tâche (ou pendant qu'ils sont engagés dans le processus), on leur demande de prêter attention à l'habileté sociale. Lorsque le processus est terminé - transformé en un produit (dans le cas présent, un rapport) - l'enseignant évalue le travail d'après ses mérites scolaires.

Quels sont les buts de l'apprentissage coopératif?

Les modèles d'apprentissage coopératif ont été conçus à quatre fins utiles :

- élever la valeur que les élèves attribuent à la performance scolaire et encourager ces derniers à aider et soutenir leurs pairs à l'intérieur de leur groupe plutôt que de rivaliser avec eux;

- être bénéfiques aussi bien aux élèves dont le niveau d'aptitude est élevé qu'à ceux dont il est faible;

- augmenter la motivation (qui existe lorsque tous les élèves croient qu'ils ont une chance égale de réussir à la tâche demandée);

- encourager les élèves de différents groupes ethniques à travailler de façon interdépendante et à mieux se comprendre et s'apprécier mutuellement.

En outre, ceux qui enseignent l'apprentissage coopératif savent qu'il s'agit d'une technique pédagogique/de gestion qui :

- favorise des attitudes positives envers l'école et le domaine de la matière;
- développe l'estime de soi;
- aide les élèves à mieux comprendre les différences entre eux;
- crée le sentiment d'appartenance à une collectivité dans laquelle les élèves apprennent qu'on dépend tous les uns des autres.

L'apprentissage coopératif fonctionne mieux lorsqu'il fait partie d'un «système de quarts».

Combien de temps faudrait-il passer sur l'apprentissage coopératif?

Des sondages auprès des enseignants ont montré que l'apprentissage coopératif fonctionne mieux lorsqu'il fait partie d'un «système de quarts» dans lequel le temps de la leçon est divisé à peu près également entre :

- l'enseignement/discussion engageant la classe entière;
- les activités/devoirs individuels;
- les groupes d'apprentissage coopératif;
- la lecture/le visionnement/la consultation en petits groupes d'information sur le contenu du cours.

Est-ce que l'apprentissage coopératif équivaut à plus d'enseignement?

L'apprentissage coopératif implique une organisation légèrement différente du milieu d'apprentissage. Au début, les enseignants peuvent avoir à restructurer certaines de leurs leçons pour tenir compte de la mise en pratique et de la prise de conscience des habiletés sociales.

Quels sont les principes de l'apprentissage coopératif?

L'apprentissage coopératif s'appuie sur cinq principes élaborés à partir de la recherche et de la pratique :

- Le principe de l'apprentissage distribué - Les membres du groupe deviennent des participants plus actifs lorsqu'on

attend d'eux un certain rendement et qu'on leur donne l'occasion de démontrer des qualités de chef de file.

- Le principe du groupement hétérogène - Les groupes les plus efficaces sont ceux dans lesquels les élèves ont différents antécédents en ce qui concerne la race, le milieu social et le sexe, et possèdent divers niveaux d'habiletés et d'aptitudes.

Les groupes les plus efficaces sont ceux dans lesquels les élèves ont différents antécédents en ce qui concerne la race, le milieu social et le sexe, et possèdent divers niveaux d'habiletés et d'aptitudes.

- Le principe de l'interdépendance positive - Les élèves ont besoin d'apprendre à reconnaître et à estimer leur dépendance réciproque.

- Le principe de l'acquisition des habiletés sociales - La capacité à travailler de façon efficace dans un groupe et en tant que groupe exige des aptitudes de socialisation spécifiques. Ces dernières, à savoir celles du développement des rapports sociaux, de la compréhension de leur nature, et celles de l'utilisation de cette compréhension en vue d'exécuter une tâche, peuvent être enseignées.

La capacité à travailler de façon efficace dans un groupe et en tant que groupe exige des aptitudes de socialisation spécifiques.

- Le principe de l'autonomie du groupe - Les élèves résoudront probablement mieux leurs problèmes s'ils sont laissés à eux-mêmes que si l'enseignant vient «à la rescousse».

Comment l'apprentissage coopératif est-il relié à l'apprentissage?

L'apprentissage coopératif a été propulsé aux premiers rangs de la pratique pédagogique à cause de l'occasion d'apprendre qu'il offre aux élèves. On a trouvé qu'il facilitait quatre catégories d'apprentissage :

- L'apprentissage par l'application directe - Un type d'apprentissage naturel, intimement relié au désir d'apprendre à faire quelque chose; ex. : apprendre la météorologie, apprendre comment s'exécutent des expériences en laboratoire en les faisant.

- Les habiletés fondamentales - La capacité à faire quelque chose; ex. : lire en vue d'une application directe (savoir comment) ou pour un usage futur (être éventuellement capable d'apprendre, une fois que cette habileté aura été maîtrisée).

- Les acquis - Ce qui est pertinent à l'apprentissage, bien que non directement applicable; ex. : les mathématiques et la chimie contiennent des acquis nécessaires à l'étude de la médecine. Les trois problèmes inhérents à

l'acquisition de l'information générale sont la motivation, la rétention et l'extraction.

- L'apprentissage personnel - L'apprentissage qui affecte le caractère, les goûts et les aptitudes mentales d'un individu.

Quelles sont certaines des techniques/activités d'apprentissage coopératif?

Certaines des techniques d'apprentissage coopératif les plus couramment utilisées sont :

Le casse-tête	Équipe-jeux-tournois (ÉJT)
Les jeux de groupement	Équipes d'élèves et performance (ÉÉP)

(Les pages 6 à 11 illustrent ces techniques et la façon de les appliquer durant les deux premières semaines d'enseignement du Module 1, Sciences 10.)

Quel est le rôle de l'enseignant dans l'apprentissage coopératif?

L'enseignant doit agir comme facilitateur de l'apprentissage. Un facilitateur a des responsabilités particulières :

- Former les élèves (pour chacun des rôles).
- Choisir la taille du groupe (qui varie selon les ressources disponibles, les besoins de la tâche, les habiletés des élèves).
- Mettre les élèves dans des groupes (ce sont les groupes hétérogènes qui ont le plus de potentiel, car les différences les font fonctionner).
- Organiser la classe (en noyaux).
- Donner le matériel approprié (le même pour chaque membre ou un différent; le même pour chaque groupe, ou un différent, au besoin).
- Établir la tâche et la structure des buts (établir les buts et les comportements attendus).
- Surveiller l'interaction d'un élève à l'autre (tendre l'oreille, poser des questions au groupe, bien expliquer que TOUS les membres du groupe ont des responsabilités. À tour de rôle, demander à un élève de chaque groupe d'observer son groupe et de lui fournir ensuite des données sur sa façon de travailler - utiliser une feuille d'observation).
- Intervenir pour résoudre les problèmes et enseigner les habiletés (interrompre le groupe pour enseigner/identifier des problèmes; renvoyer la résolution du problème au groupe; agir en tant que conseiller).

- Mesurer/évaluer les résultats (avec quel degré de réussite les élèves ont terminé la tâche, appris le matériel, se sont entraidés).

Quelle est la signification de la composante d'habiletés sociales?

Des rapports montrent à l'heure actuelle que plus d'employés perdent leur emploi en raison d'un manque d'habiletés sociales que d'un manque d'habiletés techniques. L'apprentissage et l'exercice des habiletés coopératives - les habiletés sociales qui aident dans l'accomplissement d'une tâche - dans la classe aideront les élèves dans le monde du travail.

L'apprentissage et l'exercice des habiletés coopératives - les habiletés sociales qui aident dans l'accomplissement d'une tâche - dans la classe aideront les élèves dans le monde du travail.

Quelles sont certaines des habiletés sociales qu'il faut enseigner/exercer?

Un groupe qui réussit est un groupe dans lequel tous les membres contribuent également et au meilleur de leurs aptitudes. Afin d'atteindre un niveau de fonctionnement élevé, les élèves doivent apprendre à :

- se complimenter réciproquement;
- s'encourager réciproquement;
- être responsables de leur apport;
- se déplacer d'un groupe à l'autre rapidement et sans faire de bruit;
- utiliser les habiletés interpersonnelles et de dynamique de petits groupes;
- se regarder lorsqu'ils discutent d'un point;
- vérifier s'ils comprennent bien;
- faire les choses à tour de rôle;
- partager les responsabilités;
- paraphraser;
- rester avec leur groupe;
- utiliser les noms de leurs camarades lorsqu'ils interagissent;
- éviter les humiliations pour les membres du groupe.

Pour que le groupe fonctionne de façon productive, il faut :

- allouer du temps;
- identifier le but;
- étayer les idées sur un mode réciproque;
- se sentir libre de demander de l'aide;
- poser des questions d'approfondissement, destinées à clarifier;
- faire la synthèse de différentes idées;
- exprimer ses sentiments au sujet de la tâche ou du processus de groupe;

- critiquer les idées, et non les individus;
- éclaircir les désaccords;
- paraphraser les idées d'un autre élève;
- résumer les idées d'un autre élève;
- demander aux autres de justifier leurs conclusions;
- créer diverses réponses ou conclusions et choisir celle qui s'applique le mieux à la situation.

Comment est-ce que je peux le mieux disposer ma classe pour l'apprentissage coopératif?

Les enseignants du secondaire deuxième cycle n'ont pas misé par le passé sur les stratégies d'apprentissage coopératif, sauf peut-être pour la recherche en laboratoire.

Un grand nombre d'élèves au niveau secondaire deuxième cycle ont déjà atteint un niveau élevé de compétence en habiletés sociales. Ils peuvent aussi être familiarisés avec les techniques et activités utilisées au sein de l'apprentissage coopératif dans leurs expériences avec d'autres domaines de la matière. Les enseignants du secondaire deuxième cycle n'ont cependant pas misé par le passé sur les stratégies d'apprentissage coopératif, sauf peut-être pour la recherche en laboratoire. Par conséquent, il peut s'avérer utile d'étudier les caractéristiques de l'apprentissage coopératif sous l'angle du modèle pédagogique.

L'apprentissage coopératif offre un milieu d'apprentissage structuré dans lequel :

- les élèves travaillent ensemble, deux par deux, en triades, par groupes de quatre et de cinq au maximum, à enseigner aux autres et à apprendre des autres;

- les élèves PARLENT durant la réalisation des activités, mettent leurs résultats en commun, partagent les responsabilités, les acceptent et développent les habiletés sociales nécessaires aux futures interactions en milieu de travail et dans la société.

Comment puis-je planifier un environnement pédagogique qui encourage les élèves à parler davantage?

Les enseignants peuvent augmenter l'apprentissage qui a lieu dans leur classe en organisant un milieu favorable à l'expression orale.

Les enseignants peuvent augmenter l'apprentissage qui a lieu dans leur classe en organisant un milieu favorable à l'expression orale, ce qui implique la planification d'activités mettant en valeur les buts et contextes de l'expression orale sur les sciences. Voici quelques-uns des buts :

- informer;
- passer à l'action (persuader, marchander, invoquer, justifier, défendre);
- se renseigner (demander, sonder, solliciter, prier de faire, supplier);

- s'amuser (imaginer, élaborer des théories, dramatiser);
- se réunir (maintenir des liens sociaux, culturels).

Les contextes de l'expression orale comprennent :

- la communication interpersonnelle (discours intérieur);
- la communication dyadique (impliquant deux individus);
- la communication en petits groupes;
- la communication publique;
- la communication médiatisée.

Quels sont certains moyens permettant de développer l'expression orale au sujet des sciences?

Les enseignants peuvent planifier des activités et des tâches qui permettent aux élèves de faire l'expérience des sciences dans une variété de contextes et d'analyser ces expériences en y réfléchissant. Les stratégies ci-dessous facilitent, dans la classe de sciences, l'expression orale qui a du sens pour les élèves.

- Demander aux élèves de déterminer l'intention ou le but (ex. : Quelle est la vraie raison, le but spécifique?).
- Encourager les élèves à analyser des contextes (ex. : Combien? Quels sont les rapports qui existent?).
- Encourager les élèves à choisir (ex. : Quelles sont les stratégies que j'ai utilisées? Quelles sont les stratégies qui marchent le mieux, ou le moins bien? Comment cette activité était-elle structurée et pourquoi?).
- Donner l'occasion de mettre en œuvre (ex. : Est-ce que la langue utilisée correspond à l'auditoire, au but, au contexte et au cadre visés? Est-ce que les élèves ont eu l'expérience de faire des présentations devant divers auditoires et dans une variété de buts, contextes et cadres?).

Comment est-ce que j'évalue ou mesure l'apprentissage coopératif?

Au niveau secondaire deuxième cycle, on s'attend à ce que les élèves assument une plus grande responsabilité pour leur apprentissage. L'intérêt accru pour la métacognition, la prise de conscience métalinguistique et la métapensée révèlent l'importance de la prise de conscience par l'élève de ses propres aptitudes visant son développement intellectuel en général.

Les élèves sont invités à fournir, sur des listes de contrôle, leur autoévaluation et l'évaluation de leurs pairs touchant leurs progrès dans le développement des habiletés sociales et le rendement scolaire. Les enseignants cependant sont

Les élèves sont invités à fournir, sur des listes de contrôle, leur autoévaluation et l'évaluation de leurs pairs touchant leurs progrès dans le développement des habiletés sociales et le rendement scolaire.

toujours responsables de la mesure et de l'évaluation du rendement scolaire. On trouvera à l'Annexe A un formulaire type pour la mesure/évaluation.

PLANIFICATION ET MISE EN ŒUVRE DE L'APPRENTISSAGE COOPÉRATIF

On doit avoir trois questions en tête lorsqu'on planifie une leçon de sciences à l'aide de l'apprentissage coopératif :

Exemple tiré du Module 1, Sciences 10

- Contenu scientifique - Qu'est-ce qui devrait arriver à la pensée de l'élève?
- Habileté sociale - Quelles habiletés de communication les élèves doivent-ils apprendre?
- Technique/activité - Qu'est-ce que les élèves et enseignants doivent faire?

Plan suggéré pour dix leçons

Leçon	Contenu scientifique	Habileté sociale	Technique/Activité *Voir les pages qui suivent pour des exemples détaillés
1	Controverse : Réchauffement de la planète	Contact visuel Se faire face l'un l'autre	*Casse-tête
2	Réchauffement de la planète	Contact visuel Se faire face l'un l'autre Complimenter	Casse-tête
3	Cartes météorologiques	Complimenter/ Encourager Vérifier Consigner	*Rôles en groupe
4	Cartes météorologiques	Complimenter/ Encourager Vérifier Consigner	Rôles en groupe
5	Cartes météorologiques	Complimenter/ Encourager Vérifier Consigner	Rôles en groupe
6	Révision des symboles et systèmes météorologiques	S'appeler par le prénom	*Jeu de groupement
7	Propriétés de l'eau Cycle de l'eau	Faire à tour de rôle	* ÉÉP Notes dictées par l'enseignant
8	Propriétés de l'eau Capacité thermique	Toutes les habiletés jusqu'à maintenant	* ÉÉP Expérience
9	Propriétés de l'eau Dilatation/gel	Paraphrase	* ÉÉP Film ou expérience
10	Révision	Toutes les habiletés	*ÉJT
11	Jeu-questionnaire (ÉÉP)		

Dans la méthode d'apprentissage coopératif appelée «casse-tête», les participants travaillent en petits groupes et comptent les uns sur les autres. Chaque membre fait une recherche sur une partie d'un grand sujet ou controverse, partie qui constitue de l'information essentielle pour tout le groupe. Les activités décrites ci-dessous suivent la même stratégie du «casse-tête».

Activités illustrant la technique du «casse-tête»

Ces activités comportent des objectifs à la fois scolaires et sociaux. Les objectifs scolaires permettent de développer :

- l'intérêt des élèves dans le module sur l'énergie solaire;
- la compréhension des élèves de l'effet de serre, de la couche d'ozone, des prédictions météorologiques et du réchauffement de la planète.

Les objectifs d'habiletés sociales permettent d'intensifier la prise de conscience par l'élève de l'habileté même et de son importance lorsqu'il utilise :

- le contact visuel et le face-à-face lors de la communication;
- les compliments lors de la communication.

Les élèves travaillent sur l'activité dans les mêmes groupes de trois durant deux leçons consécutives (leçons 1-2) pendant environ 30 à 40 minutes.

Matériel requis :

Matthews, Samuel W. (1990). «Under the Sun - Is Our World Warming?» *National Geographic,* 178, 4:66-99.

Séquence suggérée pour la leçon :

1. Utiliser un format en «T» comme ci-dessous pour stimuler les idées des élèves sur la façon de «complimenter».

Complimenter

À quoi est-ce que ça ressemble?		Qu'est-ce qu'on entend?
de féliciter quelqu'un de sourire de s'incliner vers l'avant		bon travail! bien fait! continue!

2. Distribuer l'article aux élèves et présenter brièvement le sujet.

3. Diviser la classe en groupes de trois.

4. Demander aux élèves dans chaque groupe de choisir un numéro (1, 2 ou 3).

5. Pendant que les élèves participent à la séquence d'activités suivante, l'enseignant :
   - circule et écoute les discussions;
   - rappelle, au besoin, aux élèves l'importance du «contact visuel/du face-à-face»;
   - soulève des questions pour aider les élèves à éclaircir l'information;
   - évalue les niveaux de compréhension des élèves et leurs habiletés de chef de file, en vue de déterminer quels élèves pourraient former les meilleurs groupes pour les activités ÉÉP de la semaine suivante.

LEÇON 1

Numéro dans le groupe	nº 1	nº 2	nº 3
Balayage	Lire p. 66-71 pour avoir une idée.	Lire p. 66-71 pour avoir une idée.	Lire p. 66-71 pour avoir une idée.
Lecture silencieuse	p. 74 - Le thermostat de la Terre : L'effet de serre p. 78 - Courbe de température d'une planète qui se réchauffe	p. 82-83 - Prévisions à partir d'une boule de cristal nuageuse	
Discussion	Discuter des grandes idées avec un autre membre nº 1. S'exercer au contact visuel/au face-à-face.	Discuter des grandes idées avec un autre membre nº 2. S'exercer au contact visuel/au face-à-face.	Discuter des grandes idées avec un autre membre nº 3. S'exercer au contact visuel/au face-à-face.
Création d'un support visuel	Avec un partenaire, créer un support visuel pour expliquer les grandes idées.	Avec un partenaire, créer un support visuel pour expliquer les grandes idées.	Avec un partenaire, créer un support visuel pour expliquer les grandes idées.

LEÇON 2

Numéro dans le groupe	nº 1	nº 2	nº 3
Pratique	Trouver un autre membre nº 1. S'entraîner à expliquer le contenu. Écouter le partenaire expliquer le contenu. Se montrer réciproquement les supports visuels. Les revoir au besoin. Pratiquer le contact visuel/le face-à-face. S'entraîner à complimenter.	Trouver un autre membre nº 2. S'entraîner à expliquer le contenu. Écouter le partenaire expliquer le contenu. Se montrer réciproquement les supports visuels. Les revoir au besoin. Pratiquer le contact visuel/le face-à-face. S'entraîner à complimenter.	Trouver un autre membre nº 3. S'entraîner à expliquer le contenu. Écouter le partenaire expliquer le contenu. Se montrer réciproquement les supports visuels. Les revoir au besoin. Pratiquer le contact visuel/le face-à-face. S'entraîner à complimenter.
Enseignement	Revenir au groupe original. À l'aide des supports visuels, présenter l'information aux nos 2 et 3. S'entraîner à complimenter.	Revenir au groupe original. À l'aide des supports visuels, présenter l'information aux nos 1 et 3. S'entraîner à complimenter.	Revenir au groupe original. À l'aide des supports visuels, présenter l'information aux nos 1 et 2. S'entraîner à complimenter.
Évaluation	Compléter les formulaires d'autoévaluation et d'évaluation du groupe.	Compléter les formulaires d'autoévaluation et d'évaluation du groupe. Voir l'Annexe A.	Compléter les formulaires d'autoévaluation et d'évaluation du groupe.

Les objectifs scolaires pour cette activité sont les suivants :

- aider les élèves à se familiariser avec les facteurs qui influencent l'explication et la prévision des systèmes météorologiques;
- développer la compréhension qu'ont les élèves de la complexité des interactions entre ces facteurs et les difficultés reliées à l'exactitude des prévisions météorologiques.

Les objectifs d'habiletés sociales permettent d'intensifier la prise de conscience par l'élève de l'habileté même et de son importance lorsqu'il :

- se montre encourageant quand il communique;
- vérifie la compréhension lors de la communication;
- agit comme rapporteur des idées du groupe lors de la communication;
- pratique le «contact visuel/face-à-face» et qu'il complimente.

Les élèves travaillent sur l'activité dans les mêmes groupes durant trois leçons consécutives (Leçons 3-5) pendant environ 20 à 30 minutes.

Matériel requis :

- Données fournissant les conditions météorologiques sur une période de plusieurs jours consécutifs, après quoi il se produit un important phénomène météorologique. (Par exemple, donner aux élèves des cartes Accu-Weather durant quatre ou cinq jours avant la tornade qui s'est produite à Edmonton, la carte météorologique le jour de la tornade et les cartes météorologiques durant plusieurs jours après la tornade.)
- Questions de focalisation pour le travail de groupe.

Séquence suggérée pour la leçon :

LEÇONS 3-5

1. Utiliser un format en T pour encourager les élèves à mettre leurs idées en commun sur la façon de «complimenter». (Voir la Leçon 1.)
2. Procéder à la «vérification» et à l'«enregistrement».
3. Dans chaque groupe, les élèves choisiront d'être le nº 1, le nº 2 ou le nº 3. Au cours des trois leçons, chaque élève s'exercera à jouer les trois rôles :

Leçon	nº 1	nº 2	nº 3
3	celui qui complimente/ encourage	vérificateur	rapporteur
4	vérificateur	rapporteur	celui qui complimente/ encourage
5	rapporteur	celui qui complimente/ encourage	vérificateur

LEÇON 3

Donner à tous les groupes des cartes météorologiques pour les trois premiers jours de la séquence des conditions météorologiques. Utiliser les cartes pour attirer l'attention des élèves sur les symboles nécessaires à la lecture d'une carte météorologique et les rapports entre les conditions météorologiques et les données météorologiques.

Questions types :

1. Quel(s) symbole(s) indique(nt) : a) un front chaud? b) une pression atmosphérique basse? c) des précipitations?

2. Quelles sont les conditions météorologiques qui semblent associées aux précipitations? à un temps stable?

3. Quelles inférences pouvez-vous faire sur l'air qui se trouve dans une zone de basse pression? dans une zone de haute pression?

LEÇON 4

Donner à tous les groupes des cartes météorologiques pour les trois jours qui restent de la séquence des conditions météorologiques (ex. : Jour 1, Jour 2, Jour 3, etc.) mais ne pas indiquer que le temps va changer considérablement le jour suivant. Utiliser la séquence pour attirer l'attention des élèves sur les tendances et schémas répétitifs dans les systèmes météorologiques.

Questions types :

1. Quelles sont les conditions météorologiques générales sur l'ensemble du Canada le Jour 1 de votre séquence météorologique?

2. Qu'arrive-t-il à ces systèmes météorologiques entre le Jour 1 et le Jour 5? Est-ce qu'ils restent au même endroit ou est-ce qu'ils se déplacent?

3. Pouvez-vous identifier des tendances dans les schémas météorologiques sur l'ensemble du Canada, en appuyant votre examen sur ces cinq cartes météorologiques?

4. Quel temps pourriez-vous prédire en Alberta le Jour 6 de cette séquence météorologique? En Ontario?

LEÇON 5

Donner aux élèves les cartes météorologiques qui restent pour la séquence météorologique. Leur demander de se concentrer d'abord sur les conditions météorologiques qui existaient au Jour 6 (ex. : la tornade à Edmonton) et comparer leurs prédictions (de la leçon précédente) avec les véritables conditions météorologiques. Donner aux élèves des dates et des détails sur la séquence météorologique, puis leur demander de suivre le système météorologique sur les cartes qui restent.

Questions types :

1. Comment vos prédictions pour le Jour 6 se comparent-elles à ce qui s'est passé en réalité?

2. Quels furent les résultats du temps qu'il faisait au Jour 6 sur la population vivant dans la région? Est-ce que des prévisions météorologiques précises auraient aidé à amoindrir l'impact de ce système météorologique sur la population vivant dans la région?

3. Quels sont certains des problèmes que vous (et les météorologues en général) rencontrez en faisant des prédictions précises sur le temps?

Activités illustrant les jeux de groupement

Les objectifs scolaires pour cette activité consistent à revoir le contenu couvert dans les leçons précédentes.

L'objectif d'habiletés sociales permet d'intensifier la prise de conscience par l'élève de l'habileté même et de son importance lorsqu'il utilise le nom des autres personnes lors de la communication.

Matériel requis :

Ensemble de fiches (Voir l'Annexe B.)

LEÇON 6

Séquence suggérée pour la leçon :

1. Utiliser un format en T pour permettre aux élèves de mettre en commun leurs idées sur l'importance qu'il y a à «se servir des noms» lorsqu'on communique. (Voir la Leçon 1.)

2. Distribuer une fiche à chaque élève.

3. Demander aux élèves de circuler parmi leurs camarades pour trouver un mot, une définition et le symbole météorologique qui correspond. La triade formée restera ensemble pour l'activité suivante.

(On trouvera à l'Annexe C de l'information supplémentaire sur les jeux de groupement.)

Activités illustrant les ÉÉP - Équipes d'élèves et performance

L'objectif scolaire de cette activité est de développer chez l'élève la compréhension des propriétés de l'eau (c'est-à-dire le cycle hydrologique, la capacité thermique, la dilatation pendant la congélation).

Les objectifs d'habiletés sociales permettent d'intensifier la prise de conscience par l'élève de l'habileté même et de son importance lorsqu'il attend son tour et qu'il paraphrase lors de la communication.

Séquence suggérée pour la leçon :

LEÇON 7

1. Utiliser un format en T pour développer les idées des élèves sur la contribution que le fait d'attendre son tour apporte au sentiment de valorisation et d'acceptation de tous les membres du groupe.

2. L'enseignant présente le nouveau contenu sur les propriétés de l'eau et en discute.

3. Les élèves se mettent en équipes de trois (groupes hétérogènes que l'enseignant forme en s'appuyant sur sa rétroaction durant les activités des leçons précédentes).

4. L'enseignant donne aux élèves des feuilles de travail ou des questions portant sur le contenu couvert dans la première partie de la leçon, et annonce un jeu-questionnaire sur le contenu pour la fin de la semaine.

5. Les élèves remplissent la feuille de travail ou répondent aux questions. Ils trouvent aussi des questions pour s'interroger réciproquement afin de vérifier leur compréhension du contenu et de le relier au contenu étudié précédemment.

LEÇON 8

1. Repasser brièvement toutes les habiletés sociales présentées et pratiquées jusqu'à maintenant. Inviter les élèves à donner leurs commentaires sur la façon dont l'utilisation de ces habiletés les aide dans leur travail de groupe. Rappeler aux élèves de mettre toutes ces habiletés en pratique.

2. L'enseignant présente du matériel nouveau à la classe, éventuellement sous forme d'une étude en laboratoire.

3. Les élèves vont dans le groupe auquel ils ont été assignés dans la Leçon 7. Ils remplissent une feuille de travail ou répondent à un ensemble de questions portant sur l'étude en laboratoire.

4. Chaque équipe crée des questions portant sur l'étude en laboratoire. Les élèves s'interrogent à tour de rôle sur les questions de la feuille de travail.

LEÇON 9

1. Utiliser un format en T pour développer les idées des élèves sur la paraphrase.

2. L'enseignant présente de l'information supplémentaire sur les propriétés de l'eau, soit sous la forme d'une étude en laboratoire, soit sous la forme d'un film.

3. Les élèves, au sein de la triade à laquelle ils ont été assignés, travaillent sur une feuille que l'enseignant leur a remise. Ils continuent à créer des questions pour s'interroger à tour de rôle sur le contenu du film.

LEÇON 10

Séquence suggérée pour la leçon :

1. Rappeler aux élèves de mettre en pratique toutes les habiletés sociales lorsqu'ils travaillent en classe.

2. Les élèves travaillent dans les triades auxquelles ils ont été assignés précédemment. Ils créent dix questions portant sur le contenu du module et les écrivent sur des fiches de petit format.

3. L'enseignant crée aussi des questions portant sur le contenu du module et les écrit sur des fiches de petit format. Toutes les fiches sont battues ensemble.

4. Chaque triade décide du nombre de points (2, 4 ou 6) à donner pour la bonne réponse à chaque membre durant le tournoi. En général, les élèves choisissent de permettre à l'équipier le plus fort de s'essayer pour six points.

5. Distribuer les cartes battues parmi les équipes. Chaque équipe trouve un adversaire et toutes les équipes entrent en compétition. Dans chaque compétition, les membres qui rivalisent pour six points jouent les uns contre les autres; les membres qui rivalisent pour quatre points jouent les uns contre les autres, etc. Chaque paire joue une fois. Les deux équipes devraient inscrire les scores pour la compétition. L'enseignant circule pour confirmer l'exactitude des réponses, être juge dans les cas où il y a des *ex æquo* ou des contestations.

6. Chaque équipe inscrit son total de points. Ce score pourrait représenter une partie de la note du travail du semestre pour chaque membre de l'équipe. Si on conserve cette note, on pourrait s'en servir à des fins de comparaison après les prochains ÉJT. À titre d'encouragement, les enseignants pourraient offrir des points de prime aux équipes qui s'améliorent au-delà d'un certain pourcentage par rapport à leurs notes précédentes.

Formulaire d'autoévaluation

Comment est-ce que j'ai fait en coopérant/apprenant?

AUTOÉVALUATION - HABILETÉS SOCIALES

Classez-vous sur une échelle de 1 (bas) à 5 (élevé) après avoir lu les énoncés suivants :

Quand j'ai parlé, j'ai maintenu le contact visuel avec les membres du groupe.	1	2	3	4	5
Quand j'ai parlé, j'ai fait face à mon groupe.	1	2	3	4	5
J'ai regardé les autres lorsqu'ils parlaient.	1	2	3	4	5
Je me suis senti bien en faisant des compliments.	1	2	3	4	5
J'ai bien aimé recevoir des compliments.	1	2	3	4	5

Mon point fort, c'est _____

_____

J'ai besoin de m'améliorer dans _____

_____

Mon but pour le prochain cours est de _____

_____

ÉVALUATION DU GROUPE

Classez la performance de votre groupe sur une échelle de 1 (bas) à 5 (élevé), en ce qui concerne les points suivants :

Nous avons pratiqué le contact visuel/ le face-à-face.	1	2	3	4	5
Nous nous sommes exercés à complimenter.	1	2	3	4	5
Nous avons fait de notre mieux.	1	2	3	4	5
Nous avons bien présenté l'information.	1	2	3	4	5
Nous nous en sommes tenus à la tâche.	1	2	3	4	5
Je me suis senti bien dans ce groupe.	1	2	3	4	5

Comme groupe, notre point fort était _____

Nous avons besoin de nous améliorer dans _____

_____

Notre but pour le prochain cours est de _____

_____

AUTOÉVALUATION - CONTENU

Classez-vous sur une échelle de 1 (bas) à 5 (élevé) après avoir lu les énoncés suivants :

Je peux décrire l'effet de serre.	1	2	3	4	5
Je sais ce qu'est la couche d'ozone.	1	2	3	4	5
Je comprends la façon dont les météorologues se servent des nuages pour prévoir le temps.	1	2	3	4	5
Je peux expliquer pourquoi la planète se réchauffe.	1	2	3	4	5

J'ai bien appris les choses suivantes _____

_____

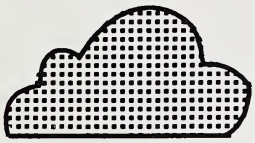
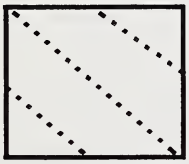
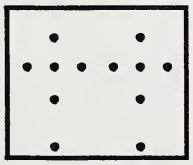
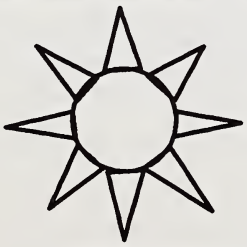
J'ai besoin de plus de temps pour comprendre les choses suivantes _____

_____

J'aimerais savoir _____

_____

Fiches de groupement pour la leçon 6

	NUAGEUX	Lorsqu'une masse d'air se refroidit au-dessous du point de rosée.
	PLUIE	Précipitations qui se forment quand des gouttelettes d'eau se condensent et deviennent assez grosses et lourdes pour tomber d'un nuage.
	NEIGE	Précipitations qui se forment quand la vapeur d'eau se condense, lorsque la température de l'air est en dessous du point de congélation.
	ORAGES	Se forment quand de l'air chaud et humide est poussé rapidement vers le haut, accompagné de courants descendants rapides d'air froid.
	ENSOLEILLÉ	Luminosité brillante et agréable; associée au beau temps.

	FRONT FROID	Se produit lorsque l'air froid pousse l'air plus chaud qui est devant.
	FRONT CHAUD	Se produit lorsque l'air chaud pousse l'air froid qui est devant.
	FRONT STATIONNAIRE	Limite entre une masse d'air froid et une masse d'air chaud.
L	BASSE PRESSION	Produite par une masse d'air chaud; dans l'hémisphère Nord, se déplace dans un mouvement circulaire inverse à celui des aiguilles d'une montre.
H	HAUTE PRESSION	Produite par une masse d'air froid; dans l'hémisphère Nord, se déplace dans un mouvement circulaire conforme à celui des aiguilles d'une montre.

Supplément d'information sur les jeux de groupement

Les jeux de groupement offrent aux élèves l'occasion de se mêler les uns aux autres. Pour chaque jeu, le groupe a besoin d'un certain nombre d'ensembles de fiches. S'il y a 12 élèves, il faut soit six ensembles de deux, ou trois ensembles de quatre ou quatre ensembles de trois. S'il y a 17 élèves, il faut soit cinq ensembles de trois et une paire, trois ensembles de trois et quatre paires, ou trois ensembles de cinq et une paire. Chaque membre de la classe devrait recevoir une fiche sur laquelle est inscrit un mot, une expression, une question ou une définition. Chaque fiche doit être lue et appareillée (grâce à une définition, une réponse, des mots complétant une phrase ou une association).

Les jeux de groupement sont un excellent moyen de :

- créer du mouvement (changer de rythme);
- revoir la compréhension;
- tester la connaissance des concepts-clés;
- faire une extension des idées au monde réel;
- appliquer les connaissances à d'autres domaines;
- mettre les habiletés en pratique;
- motiver les élèves;
- encourager la créativité;
- amener les élèves à se parler;
- utiliser le temps judicieusement afin de grouper les élèves pour une activité.

Il existe de nombreux modes de groupement :

- définitions avec les bons mots;
- antonymes;
- une moitié de phrase avec l'autre moitié, pour composer une phrase qui est vraie et qui a du sens;
- problèmes avec les conseils appropriés;
- synonymes;
- questions avec les réponses appropriées.

DÉFINITIONS

On demande aux élèves de tirer une fiche et de circuler parmi les autres élèves en leur demandant de lire/répéter le mot ou l'expression (définition) sur leur fiche. Si l'expression sur une fiche décrit le mot sur l'autre, les élèves se mettent ensemble pour former un groupe de deux.

On peut aussi faire cela avec des trios en ajoutant une «image» à la troisième fiche. Les élèves doivent alors chercher un mot, une expression et une image qui vont ensemble.

Une fois que les élèves ont formé un groupe de deux ou de trois, on leur demande de jouer à un jeu, d'écrire une histoire en commun, de créer des définitions... les possibilités sont infinies.

AUTRES MODES DE GROUPEMENT

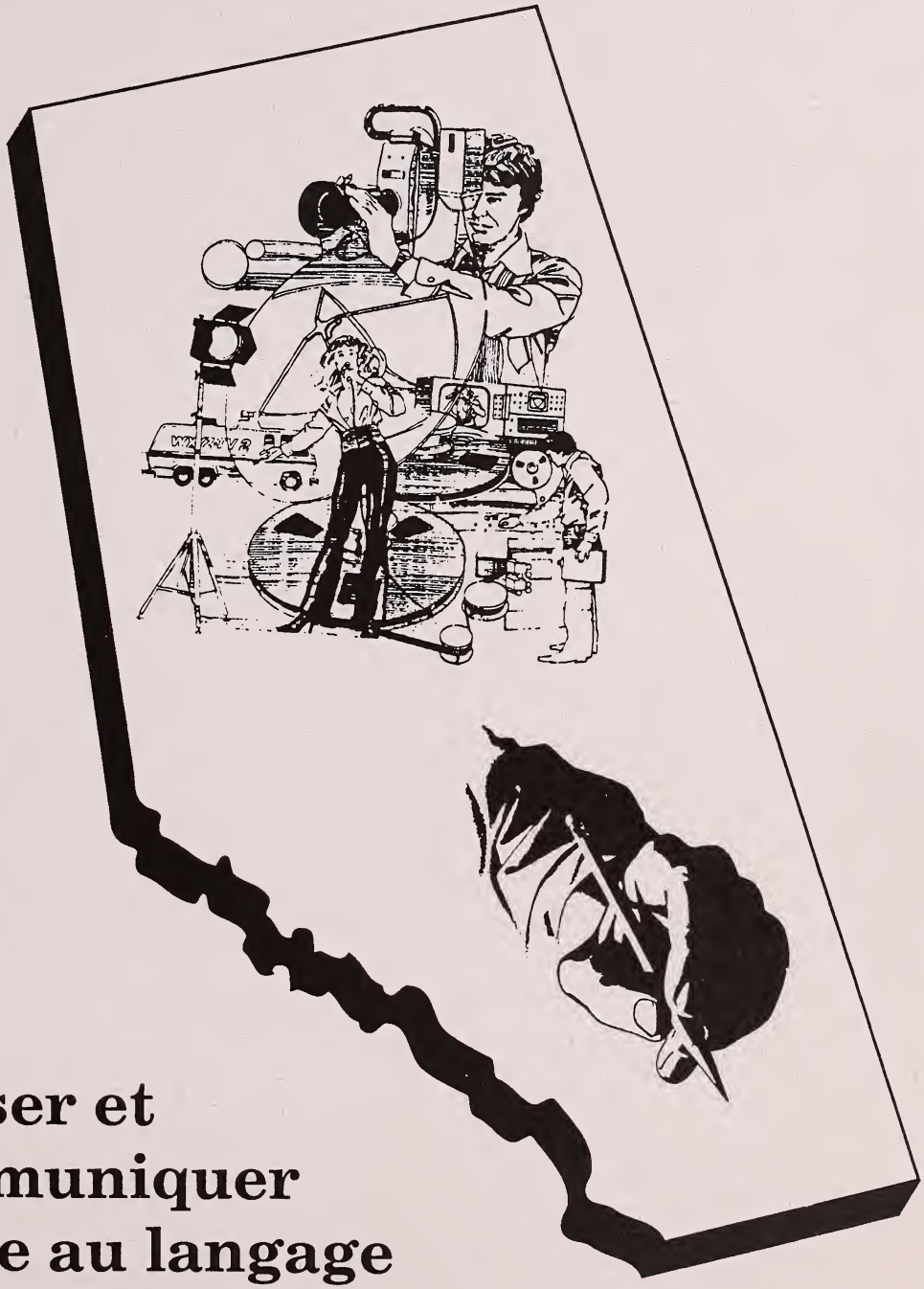
On demande aux élèves de tirer une fiche puis de circuler parmi les autres élèves en demandant si leur fiche est :

- un problème ou des conseils qui vont ensemble;
- l'autre moitié d'une phrase qui, lorsqu'elle est combinée avec la leur, est vraie et a du sens;
- une question ou réponse qui vont ensemble;
- le contraire de leur mot;
- un synonyme de leur mot.

Quand l'expression ou le mot sur chaque fiche est appareillé à ce qui est sur l'autre fiche, les élèves se mettent ensemble pour former un groupe de deux.

On peut aussi grouper les élèves pour compléter certaines tâches. On peut créer des groupes :

- selon l'ordre alphabétique;
- selon la proximité (plan de classe);
- en demandant aux élèves de se numéroter en partant de la droite;
- selon le niveau d'aptitude (c'est l'enseignant qui décide).



Penser et communiquer grâce au langage

PENSER ET COMMUNIQUER GRÂCE AU LANGAGE

Tara Boyd

Les enseignants savent que les élèves n'absorbent pas simplement de nouveaux concepts en écoutant quelqu'un les expliquer, que les élèves doivent intérioriser les concepts et habiletés scientifiques grâce à leurs propres processus de communication (lire, écrire, parler, écouter et le visuel). Cette section présente des idées pour des activités faisant appel aux cinq processus de communication, qui peuvent constituer une partie des trois grandes composantes recommandées dans le programme de sciences au secondaire deuxième cycle.

Les élèves doivent intérioriser les concepts et habiletés scientifiques grâce à leurs propres processus de communication (lire, écrire, parler, écouter et le visuel).

- Le carnet d'apprentissage des sciences
- Le dossier de présentation
- Le projet de recherche

Les activités de communication que vous choisissez pour ces trois composantes peuvent aider les élèves à bien assimiler les concepts et habiletés scientifiques, les reliant à leur vécu personnel, explorant toute une gamme d'applications et de rapports avec d'autres connaissances et expériences, et consolidant l'apprentissage de façon qu'il reste permanent.

L'utilisation de ces activités de communication peut aussi vous épargner du temps, en vous aidant, vous et vos élèves, à repérer rapidement les difficultés d'apprentissage et à trouver des stratégies pour les surmonter. Vous contribuerez aussi énormément au développement des habiletés visant la lecture, la rédaction et la discussion/présentation, qui à son tour prouvera son utilité lorsqu'il vous faudra évaluer ces habiletés dans la classe de sciences. Imaginez-vous en train de recevoir des piles de rapports de laboratoire que vous allez vraiment aimer lire, ou donner une leçon sur un chapitre du livre de cours que les élèves ont compris tout seuls!

LE CARNET D'APPRENTISSAGE DES SCIENCES

Quand les élèves prennent des notes dans la classe de sciences, ils ne comprennent souvent pas à fond ce qu'ils sont en train d'écrire. Ils apprennent parfois un tout nouveau concept, ou ils copient des listes d'information à revoir plus tard pour les mémoriser. Le langage de leurs notes officielles n'est souvent pas le leur, mais est constitué par les définitions ou termes étrangers venant de l'enseignant.

Un «carnet d'apprentissage» est un outil plus puissant que les notes de sciences traditionnelles. Il sert à intensifier la compréhension, en utilisant la rédaction spontanée ainsi que

la prise de notes. Les élèves divisent simplement leur carnet en deux (une bonne façon de procéder est de diviser chaque page du carnet en deux colonnes). Une section ou colonne sert aux notes officielles, qui renferment le contenu informatif de la leçon de sciences. L'autre est pour la rédaction spontanée fondée sur ces notes officielles. Dans cette colonne, l'élève peut écrire ses questions, prédictions, résumés, observations, associations passagères avec son expérience personnelle et d'autres connaissances, applications ou sujets de frustration. Cette rédaction peut offrir un relevé sommaire de données pour le travail en laboratoire, une façon d'explorer un sujet plus à fond ou de revoir les concepts à l'étude. Cette rédaction aboutira souvent à une première proposition ou à un plan pour un projet de recherche.

La rédaction spontanée peut répondre aux besoins de nos élèves de traiter de nouveaux apprentissages.

Lorsque vous donnez votre leçon en classe, vous pourriez vous arrêter de temps en temps pour laisser les élèves réfléchir quelques minutes sur ce qu'ils viennent d'apprendre et écrire spontanément dans la colonne de droite. À mesure que les élèves écrivent, vous pouvez marcher et, en lisant par-dessus leur épaule, vous faire rapidement une idée précise de leur niveau de compréhension.

Cette rédaction n'étant pas destinée à un public, la logique, la finition et les éléments de surface comme l'orthographe ne sont pas importants.

On donne ci-dessous diverses suggestions pour laisser les élèves écrire spontanément selon des modes qui augmenteront directement l'intensité et la durabilité de leurs apprentissages scientifiques.

1. **Comment le fait d'écrire peut-il aider les élèves à apprendre?**

   La rédaction spontanée peut répondre aux besoins de nos élèves de traiter de nouveaux apprentissages, de les «digérer» et de les comprendre d'eux-mêmes. Pour ce faire, ils ont besoin de temps et d'espace afin de lier les nouveaux concepts que vous leur présentez à leurs expériences passées et à ces choses qu'ils comprennent déjà. À mesure que leur pensée fait son chemin dans un nouveau concept, ils sont souvent pris dans un tourbillon d'associations mentales, de parcelles d'information, de questions à demi-formées, et même de sentiments d'inconfort alors qu'ils essaient de donner un sens à ce qu'ils viennent d'apprendre et de le replacer quelque part dans l'image qu'ils se font actuellement de la réalité. Lorsque vous faites une pause et donnez à vos élèves le temps de réfléchir et d'écrire tout ce qui leur passe par la tête, vous leur permettez d'intérioriser les nouveaux apprentissages et de les relier à ce qu'ils savent déjà.

   Ce genre de réflexion se produit lors d'une rédaction rapide que l'élève fait, non en vue d'obtenir une note,

mais pour son usage personnel, mettant de l'ordre dans ses pensées en les écrivant. Cette rédaction n'étant pas destinée à un public, la logique, la finition et les éléments de surface comme l'orthographe ne sont pas importants. L'accent est placé sur l'écriture vue comme un moyen visant une fin - cette dernière étant la formation d'une nouvelle idée dans la tête. Le produit écrit n'est pas une fin en soi, à être remis et noté. Une place importante est faite, bien sûr, au sein de l'enseignement des sciences, à la rédaction de style poli, net et concis destinée à être notée, et nous y reviendrons plus loin.

Toute rédaction que vous demanderez aux élèves de faire dans la classe de sciences les aidera à apprendre de façon plus efficace, et ce, pour cinq raisons :

a. L'écriture est permanente. Elle capture les pensées passagères et aide les élèves à conserver une idée assez longtemps pour bien y réfléchir avant qu'elle s'en aille.

b. L'écriture est explicite. Dès qu'il met les mots sur papier, l'élève est forcé de clarifier et de mettre en valeur ce qui parfois est un enchevêtrement d'idées. Lorqu'on sent que notre aptitude à résoudre un problème est mentalement bloquée, l'écriture est une façon de découvrir des idées mises de côté, que nous avions oubliées, et de regarder les rapports se révéler sous nos yeux.

L'écriture les force à tirer parti des connaissances pertinentes, de revoir et de consolider le sens, d'étendre le sens à d'autres applications et puis, plus tard, de reformuler et de revoir le concept à la lumière des nouveaux concepts présentés.

c. L'écriture est active. En général, les élèves se rappellent la plupart des significations qu'ils ont eux-mêmes édifiées et écrites en leurs propres termes. Pour y parvenir, il ont dû penser très fort. L'écriture les force à tirer parti des connaissances pertinentes, de revoir et de consolider le sens, d'étendre le sens à d'autres applications et puis, plus tard, de reformuler et de revoir le concept à la lumière des nouveaux concepts présentés. Il ne suffit pas que l'enseignant revoie et consolide l'apprentissage pour les élèves. Ils doivent le faire eux-mêmes.

d. L'écriture exige de l'organisation. Pour écrire, les élèves doivent mettre en rapport, de façon rationnelle, les différents éléments de l'idée. La pensée est multidimensionnelle; l'écriture est plus linéaire. Les mots s'enchaînent pour former des phrases, se forgeant un chemin qui crée un ordre logique dans le débordement de la pensée.

La pensée est multidimensionnelle; l'écriture est plus linéaire.

e. L'écriture instaure des rapports avec le moi. Les gens se rappellent la plupart des choses qui sont liées dans leur vécu à un souvenir, une image ou une histoire dans lesquels l'émotion jouait un rôle. Pour les élèves, ces aspects de l'expérience sont plus vrais que des abstractions; la narration d'une histoire, l'imagination et les sentiments constituent le mode «humain» de l'acquisition du savoir sur lequel les élèves se sont appuyés de façon intuitive depuis leur naissance. Quand les élèves écrivent spontanément au sujet de souvenirs, d'associations et de sentiments reliés aux controverses scientifiques ou aux concepts abstraits, ou qu'ils inventent des histoires dans lesquelles ils appliquent des concepts ou habiletés scientifiques, ou encore qu'ils écrivent des dialogues défendant les deux parties dans une controverse scientifique, technologique ou sociétale, ce qu'ils apprennent leur reste en mémoire.

2. Qu'est-ce que l'écriture spontanée, et comment l'utiliser en classe?

L'écriture spontanée est simplement le fait d'écrire sans s'arrêter, pendant cinq à dix minutes. La page sert en quelque sorte de décharge mentale, car le rédacteur retient son jugement critique sur ce qu'il vient d'écrire - l'écriture spontanée ne se soucie pas de la structure de la phrase ni du choix et de la tonalité des mots. Le produit n'est pas ce qui importe (de toute façon, c'est souvent du «verbiage»). Ce qu'on vise, c'est le processus mental (construction, mise en rapport, clarification, consolidation du sens) à l'œuvre lorsque les élèves écrivent leurs idées, à des moments cruciaux de l'apprentissage.

Les élèves peuvent écrire spontanément en réponse à une question spécifique de l'enseignant, ou pour réfléchir à ce qu'ils viennent juste d'apprendre, ou encore pour se rappeler le processus qu'ils ont utilisé en vue de résoudre un problème, ou pour produire des questions, explorer des associations personnelles, des applications de remue-méninges, éclaircir leur opinion sur une controverse, ou pour tout autre but où l'écriture est vue comme un apprentissage dans les sciences.

Des «échecs» antérieurs en rédaction leur ont peut-être appris à se méfier de leur propre écriture et ils deviennent paralysés.

Certains élèves auront des problèmes lorsqu'ils feront ce genre de rédaction dans la classe de sciences pour la première fois. À un moment donné de leur développement dans la rédaction, il est possible qu'ils aient appris à avoir peur de rédiger et à y opposer de la résistance, car ils perçoivent le fait d'écrire comme une tâche épuisante où il faut mettre en ordre une séquence

de mots qui doivent être grammaticalement justes, correctement épelés et bien ponctués. Des «échecs» antérieurs en rédaction leur ont peut-être appris à se méfier de leur propre écriture et ils deviennent paralysés. D'autres aiment compartimenter leurs apprentissages. Ils peuvent être bien habitués à écrire dans d'autres cours, mais ne savent plus où ils en sont quand leur enseignant de sciences utilise la même activité d'apprentissage.

Ces élèves, comme bien des adultes qui craignent la nouveauté et lui opposent de la résistance, ont besoin d'être poussés dans le dos jusqu'à ce qu'ils découvrent la valeur de ce qu'ils font. Montrez à la classe, peut-être au rétroprojecteur, des modèles de rédaction spontanée réalisée par des élèves. Faites-leur voir l'originalité des perspectives, des questions et des rapports qui se révèlent dans leurs écrits spontanés. Soyez explicite et discutez avec eux de la façon dont ces exercices de rédaction peuvent en fait les aider à apprendre et à se rappeler les concepts et habiletés scientifiques. Soyez patient, restez positif et applaudissez leurs premiers essais.

3. **Activités spécifiques de «rédaction spontanée» pour le carnet d'apprentissage**

   a. Réaction à la leçon (l'enseignant constitue l'auditoire)

   Après une leçon portant sur une habileté/un concept particulier, demandez aux élèves de vous écrire, simplement et spontanément, une réponse brève, une sorte de «lettre» sur ce qu'ils sont en train d'apprendre. Vous pouvez, si vous le voulez, offrir des messages tels que les suivants, destinés aux élèves qui ne savent pas sur quoi écrire (des enseignants les écrivent tout simplement sur une grande feuille qu'ils affichent dans la classe pour que les élèves y jettent un coup d'œil lorsqu'ils écrivent une réaction à la leçon) :

   - Quelle est la partie que tu trouves la plus facile à apprendre?
   - Quelles sont les choses que tu connaissais déjà ou que tu étais arrivé à comprendre dans ta vie personnelle?
   - Quelle partie te donne encore des problèmes?
   - Qu'est-ce que tu as trouvé que tu ne connaissais pas auparavant et qui est très intéressant?
   - Comment te sens-tu en ce moment à propos de ce qu'on est en train de faire?
   - Quelle partie a, selon toi, un certain sens en rapport avec ta propre vie? Quel est ce rapport?

- Est-ce qu'il y a des parties qui ont des rapports avec ce que tu apprends en ce moment dans d'autres matières? Quels sont ces rapports?
- Quelles questions (générales ou spécifiques, ayant un lien avec la matière) te sont venues à l'esprit, dont nous n'avons pas parlé?

Les réactions à la leçon marchent aussi très bien quand la classe discute d'une controverse portant sur les sciences, la technologie ou la société.

Les réactions à la leçon marchent aussi très bien quand la classe discute d'une controverse portant sur les sciences, la technologie ou la société. Arrêtez-vous (surtout aux moments où la discussion devient particulièrement animée et où certains élèves qui ont besoin de plus de temps de réflexion pour donner leur opinion ne participent pas) et demandez aux élèves d'écrire spontanément ce qu'ils pensent, sur quels points ils sont d'accord/en désaccord, quels exemples le monde peut offrir. Ou bien demandez-leur d'écrire très vite sur la controverse en se plaçant d'un point de vue totalement différent (ex. : au milieu d'une discussion sur la déforestation de l'île de Vancouver, demandez aux élèves de jouer le rôle d'un représentant de la compagnie de pâte à papier MacMillan-Bloedel, qui vient d'écouter les remarques de la classe jusqu'à maintenant, et demandez-leur d'écrire spontanément les pensées et sentiments de cet individu sur la question).

L'important, c'est d'encourager la rédaction ouverte. Vous ne voulez surtout pas que cet exercice dégénère en une liste de questions auxquelles les élèves doivent répondre. Ce que vous recherchez, c'est leurs réactions véritables à ce qui se passe en eux au cours de leur apprentissage des sciences. C'est autant l'occasion pour eux de découvrir leurs propres liens avec leur vécu et les connaissances qu'ils possèdent que c'en est une pour vous d'obtenir une impression immédiate du degré de réussite auquel ils traitent l'information que vous présentez, et des raisons pour lesquelles certains d'entre eux ont des difficultés.

b. Réaction à la leçon (les pairs constituent l'auditoire)

Le grand avantage de la réaction des pairs à l'écriture spontanée c'est l'économie de temps qu'elle représente pour vous.

Les élèves écrivent un résumé de leur réaction personnelle à un cours ou à la lecture du livre de l'élève, et chaque élève échange sa «lettre» avec celle d'un autre élève, qui lui répond par écrit. Dans ce genre d'exercice, surgiront bien des questions franches que les élèves seraient peut-être trop intimidés pour vous adresser, et ils découvriront souvent qu'ils partagent avec leurs pairs les mêmes associations, difficultés et processus mentaux. Le

grand avantage de la réaction des pairs à l'écriture spontanée c'est l'économie de temps qu'elle représente pour vous.

c. Résumé d'un concept

Après avoir «enseigné» un concept (en donnant les notes du cours, en faisant une démonstration, en lisant le livre du cours ou toute autre méthode), arrêtez la classe et demandez aux élèves d'écrire sur ce qui se passe. Dites quelque chose comme : «Bon, toute la classe, sans dire un mot à votre voisin ou à votre voisine, sans poser une seule question, sans vous arrêter de penser, commencez à écrire une explication du concept X tel que vous le comprenez. Écrivez-le à votre façon. Faites en sorte que ce soit si clair que quelqu'un de cette classe pourrait le lire et le comprendre. Ne vous inquiétez pas de l'orthographe ou de la structure des phrases et des répétitions. Pensez seulement à écrire une explication aussi claire que possible.»

En marchant dans la classe pendant que les élèves écrivent, vous verrez tout de suite qui comprend le concept et qui ne le comprend pas.

En marchant dans la classe pendant que les élèves écrivent, vous verrez tout de suite qui comprend le concept et qui ne le comprend pas. Le plus important, c'est que les élèves aussi en viendront vite à réaliser s'ils se sentent à l'aise avec ce qu'il viennent d'apprendre.

Variantes : Vous pouvez peut-être demander aux élèves d'échanger leur «explication» avec un partenaire, de lire chacun des textes puis d'y répondre oralement ou par écrit (Est-ce que ça a marché? Est-ce que c'était clair? Est-ce que c'était juste?). Essayez de demander à des élèves que vous choisissez de partager leur résumé écrit. Ne ménagez pas vos encouragements et vos compliments sincères, afin de ne pas entraver les essais futurs de rédaction spontanée. Essayez de demander aux élèves de faire comme s'ils écrivaient une explication à leur petit frère ou leur petite sœur, ou bien à un élève du secondaire premier cycle ou n'importe quel public. Essayez de leur demander d'écrire, en le trouvant eux-mêmes, un exemple montrant le concept à l'œuvre (ils devraient décrire le concept au moyen de l'exemple).

d. Résumés faits en fin de classe

Certains enseignants demandent à leurs élèves d'écrire spontanément un bref résumé durant les cinq dernières minutes de chaque classe. Ce genre

d'exercice aide les élèves à se rappeler ce qui a été appris ce jour-là et à le consolider. Vous pourriez donner aux élèves des questions de focalisation leur permettant de démarrer, comme :

- Que sais-tu maintenant que tu ne savais pas quand tu es entré en classe aujourd'hui?
- Comment ces nouvelles connaissances/habiletés t'aident-elles dans ta vie personnelle?
- Quelle(s) question(s) supplémentaire(s) as-tu encore à ce point-ci?

e. Résolution de problèmes par écrit

L'élève décrit le processus utilisé pour résoudre un problème spécifique immédiatement après avoir terminé (même s'il est resté coincé et n'a pas pu résoudre le problème). L'objectif est d'aider l'élève à prendre conscience de la façon dont il s'est frayé un chemin à l'intérieur du problème, puis de comparer ce processus à celui qui a permis à d'autres élèves de résoudre le problème, pour enfin réévaluer l'efficacité de son propre processus de résolution de problèmes (ex. : comment mieux aborder un problème du même genre la prochaine fois). Demandez aux élèves de faire part de leur processus de résolution à un partenaire ou à un petit groupe. Ou bien, guidez la classe à travers une méthode suggérée pour résoudre le problème. Demandez ensuite aux élèves de revenir sur leur processus de rédaction portant sur leur solution, de l'évaluer et d'écrire de nouveau - cette fois sur d'autres approches au même problème, ou sur des éléments dont ils n'ont pas tenu compte, ou encore sur ce qu'ils pourraient faire différemment la prochaine fois.

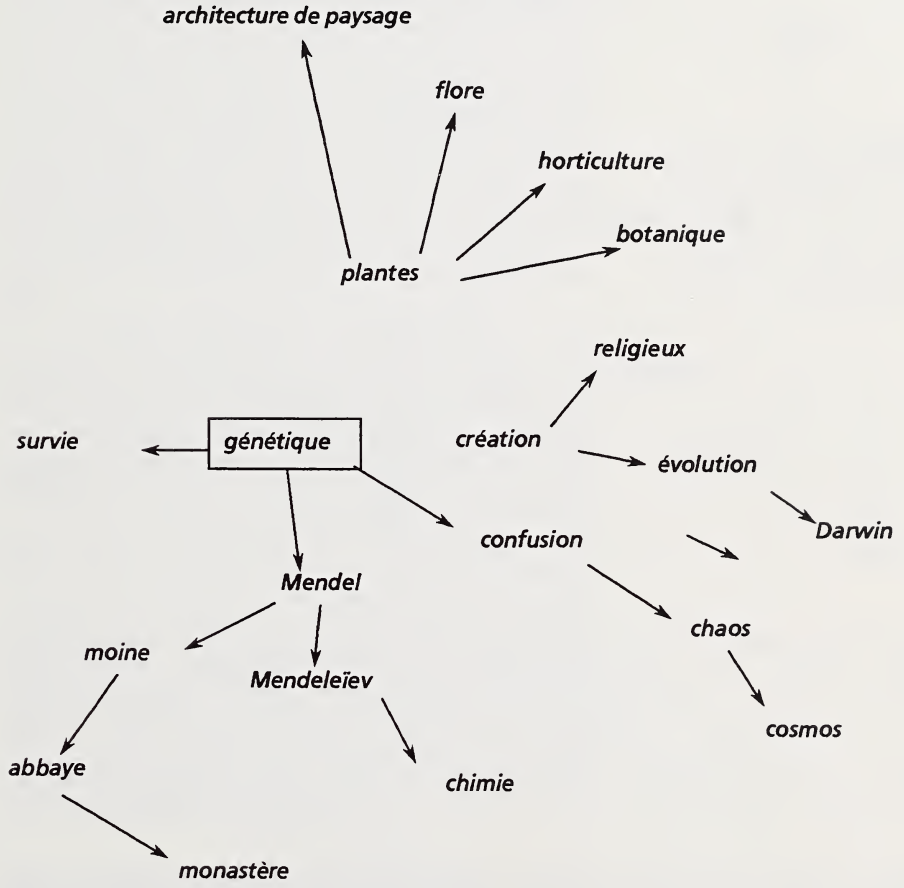
f. Groupage (aussi appelé mise en rapport de concepts, création de réseaux et de constellations)

Lorsque vous commencez un module, donnez aux élèves un mot-clé ou un concept pour faire du «groupage» (mettre sur papier toute idée ou toute expérience qu'ils associent avec ce mot). Ils écrivent ce mot ou expression au centre de leur feuille et l'encerclent, puis écrivent rapidement des mots ou des expressions-clés pour représenter des choses qu'ils associent avec ce mot souche. Ces associations forment des «ramifications», une association en amenant une autre jusqu'à épuisement du fil de la pensée. Celui qui écrit revient au mot souche pour

commencer une autre ramification de groupes d'idées. Le groupage continue jusqu'à ce qu'une idée devienne assez nette pour que l'élève veuille commencer à écrire dessus. À ce moment-là, il se passe quelque chose de nouveau : l'élève s'arrête de faire des «ramifications d'idées» et commence en fait à écrire à propos de l'idée qui a motivé le processus de rédaction. Ce changement est important, car il est le but même de l'exercice.

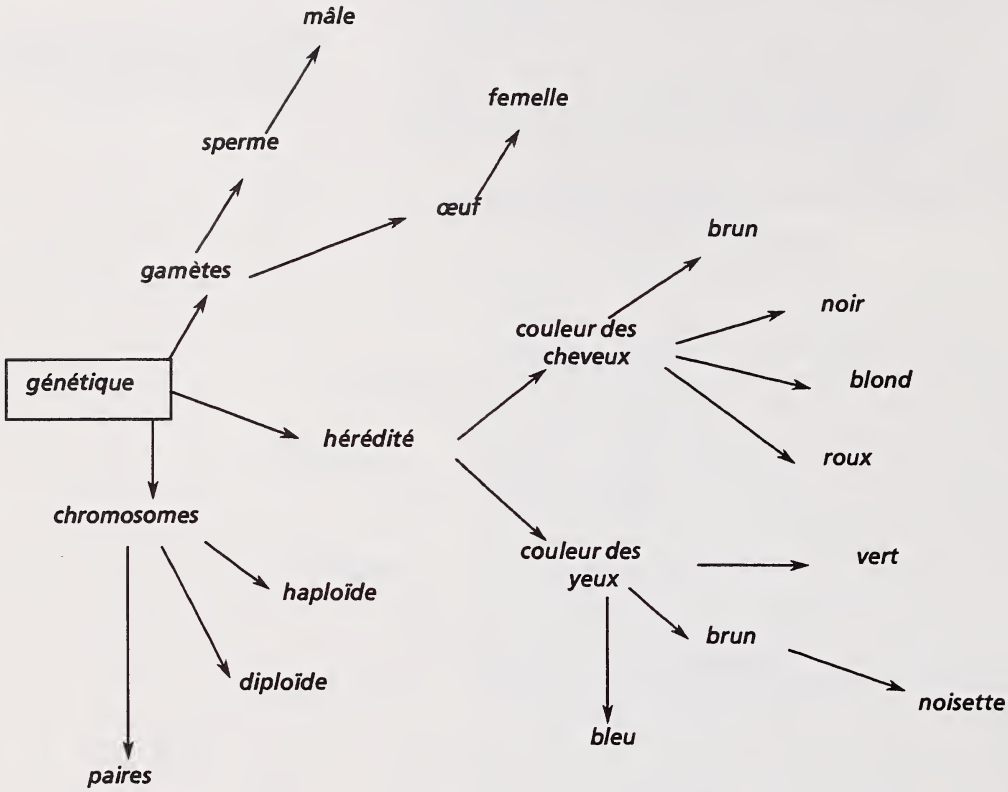
Le groupage continue jusqu'à ce qu'une idée devienne assez nette pour que l'élève veuille commencer à écrire dessus.

ÉCHANTILLON 1 - ÉLÈVE DE BIOLOGIE 20



La théorie est que l'univers a été créé à partir du «big bang». Ensuite la Terre a été créée. On pourrait la comparer à une très grande cellule en évolution, qui produit et fait naître de nouveaux éléments indépendants. Puis est arrivée la formation de l'homme et des animaux, chacun évoluant à partir de cellules uniques avec ses propres caractéristiques et mécanismes de survie.

ÉCHANTILLON 2 - ÉLÈVE DE BIOLOGIE 20



Les gamètes sont n'importe quelle cellule (bien sûr mâle ou femelle, vu que celles-ci sont les deux sexes les plus communs). Elles sont produites par un processus qui s'appelle la mitose (reproduction asexuée). Les gamètes peuvent aussi être des cellules des deux sexes (là encore, le plus probablement mâle et femelle) de sorte que, lorsque la mitose (division des cellules) a lieu, on obtient une autre cellule qui est soit mâle, soit femelle - il y a peu de chances qu'on obtienne une cellule qui ait deux noyaux du même sexe.

* Notez la valeur diagnostique qu'a pour l'enseignant la rédaction par les élèves de leurs conceptions du terme expliqué à leur façon. L'enseignant peut détecter ce qui n'a pas été compris et y remédier immédiatement.

Cet exercice aide les élèves à consolider leurs acquis dans un nouveau domaine d'apprentissage, et montre quelles sont leurs associations mentales avec le domaine. Le fait de grouper leurs idées par écrit constitue aussi pour vos

élèves une excellente façon de se concentrer et de commencer à explorer le matériel que vous voulez présenter.

4. Évaluation de la rédaction spontanée

Avec toute rédaction faite dans le but d'exprimer une réaction personnelle, il vous faut souvent faire quelque chose au début pour que les élèves se sentent responsables, sinon certains ne feront rien (au moins jusqu'à ce qu'ils découvrent comme c'est amusant). Essayez de leur donner du temps en classe pour l'écriture spontanée. Fixez des limites - en général de trois à sept minutes suffisent amplement - et insistez sur le fait qu'**aucun** échange verbal n'est permis durant cette période. Pour respecter les règles de la rédaction spontanée, insistez sur le fait qu'ils doivent écrire sans s'arrêter, même sans lever leur crayon de la page. Encouragez-les en leur demandant de mettre par écrit, aussi précisément que possible, ce qu'ils pensent de la leçon, à quoi elle leur fait penser, ce qu'ils en comprennent.

Il vous faut souvent faire quelque chose au début pour que les élèves se sentent responsables, sinon certains ne feront rien (au moins jusqu'à ce qu'ils découvrent comme c'est amusant).

N'essayez pas de tout noter ou même de tout lire - vous n'avez pas le temps de le faire. Mais vous avez à votre portée plusieurs solutions de rechange, dont voici quelques exemples : demandez aux pairs de lire le travail de leurs partenaires dans la mesure du possible; choisissez des élèves qui font part de leur travail à toute la classe; trouvez vous-même quelques exemples intéressants et montrez-les au rétroprojecteur (cela encourage souvent les élèves «plus réservés» à participer pour pouvoir, eux aussi, être sous les feux de la rampe). (Si votre classe veut à tout prix que «ça compte pour quelque chose», demandez aux élèves de conserver tous ces écrits spontanés dans une section séparée ou dans un carnet et de vous le remettre de temps en temps. Vous pourrez alors regarder cela rapidement, faire des commentaires sur les points intéressants et donner une note globale. Reportez-vous à la clé de notation type qui se trouve à la fin de cette section.

Dans le cas des réactions à la leçon, qui sont en fait des lettres adressées à vous l'enseignant, contenant des questions ou commentaires d'élèves sur des éléments qui leur créent des difficultés et qui représentent pour vous des renseignements utiles, essayez de demander à quelques élèves de les lire et de faire une liste de toutes les questions pour la classe. Ils peuvent ensuite, avec vous, passer à l'étape qui consiste à trouver les réponses et à combler ces «lacunes» dans leurs connaissances.

5. Autres idées pour le carnet d'apprentissage

Ce qui suit est une liste d'exemples spécifiques d'activités spontanées que l'on peut intégrer dans les carnets d'apprentissage pour compléter les notes prises par les élèves :

- Faire un remue-méninges par écrit, seuls ou en groupes, sur toutes les questions que les élèves ont au sujet d'un nouveau concept.
- La quantité, et non la qualité, est la clé du remue-méninges. Il faut retenir son jugement pendant que les élèves sortent les idées. Lors d'activités de remue-méninges, essayez d'avoir des compétitions pour «le plus grand nombre d'idées» et applaudissez les trouvailles les plus originales.
- Écrire spontanément les prédictions pour le résultat d'expériences, pour des réactions chimiques ou pour le comportement d'objets, en s'appuyant sur les connaissances précédentes.
- Faire du remue-méninges sur les applications possibles d'un nouveau concept dans la vie quotidienne et le monde environnant. Ou bien faire un remue-méninges sur de nouvelles applications d'un concept.

Faire un remue-méninges sur des exemples se rapportant à l'expérience personnelle des nouveaux apprentissages dans les sciences.

- Faire un remue-méninges sur des exemples se rapportant à l'expérience personnelle des nouveaux apprentissages dans les sciences.
  Exemples :
  - *À combien de cas pouvez-vous penser dans votre expérience personnelle, où des changements chimiques se produisent dans des solutions aqueuses? (Demandez ensuite aux élèves de choisir un de ces cas et d'expliquer par écrit, en termes précis, ce qu'est pour eux ce changement chimique.)*
  - *Énumérez en groupes trois solutions que vous trouvez dans la vie de tous les jours. Déterminez ensemble les propriétés de ces solutions, en pensant à ce que vous savez déjà sur les propriétés des électrolytes, des non-électrolytes, des acides et des bases. Trouvez ensuite une façon intéressante de présenter vos résultats à la classe.*
- Comparez quelque chose de nouveau à quelque chose que vous connaissez et expliquez la comparaison (on appelle cette forme d'exercice, la «rédaction de comparaisons»). Par exemple :

Sciences 10, Module 2, nº 3 : *Une cellule est comme un(e)_____parce que _____.*
(Une cellule est comme une usine : elle prend des matières premières, fabrique de nouveaux matériaux et se débarrasse des déchets.)

- Imaginer trois façons dont cette nouvelle chose pourrait être utilisée, mais ne l'est pas.
- Si cette nouvelle chose était un animal, quel animal est-ce que ce serait? (et pourquoi?)
- Quelle personne est-ce que ce serait?
- Se représenter mentalement cette nouvelle chose comme si on la voyait pour la première fois. Qu'est-ce qu'on remarque en premier?
- Imaginer qu'on est en train d'observer le résultat d'une expérience en laboratoire qu'on s'apprête à faire. Décrire en détail ce qu'on voit.
- Pour en faire un concept abstrait, un procédé ou un ensemble de rapports, imaginer quelle en est la couleur, la forme ou l'emplacement; à quel système écologique on pourrait faire appartenir cette chose (Qu'est-ce qui en dépend? De quoi dépend-elle? Qu'est-ce qu'elle mange? Qu'est-ce qui la mange?).
- Imaginer qu'on étudie cette chose depuis longtemps. Écrire une entrée dans son journal pour expliquer ce qu'on vient d'apprendre de tout nouveau sur cette chose, ou bien expliquer comment on voit cette chose après avoir passé sa vie à l'étudier.
- Demander aux élèves d'évaluer les apprentissages qu'ils démontrent dans leurs examens individuels, puis d'écrire les buts spécifiques de l'apprentissage pour eux personnellement. Les aider à créer des stratégies d'apprentissage pour qu'ils atteignent leurs buts.
- Après le travail de groupe, demander aux élèves d'évaluer, sur une base individuelle et collective, leurs progrès vers la maîtrise d'une ou deux habiletés de groupe particulières sur lesquelles vous leur aviez demandé de se concentrer. La liste des habiletés de groupe qui suit est tirée de *Together We Learn* (Clarke, Wideman and Eadie, 1989): poser des questions, demander des éclaircissements, vérifier mutuellement la compréhension, développer réciproquement les idées, suivre des directives, remettre le groupe au travail, contrôler la durée des activités, écouter de façon active, mettre en commun information et idées, s'en tenir à la tâche, résumer pour comprendre/paraphraser.

LE DOSSIER DE PRÉSENTATION

Le dossier de présentation de sciences devrait contenir une grande variété de devoirs écrits à noter. Vous pourriez inclure le carnet d'apprentissage, ou demander simplement aux élèves d'écrire n'importe quelle combinaison des activités suggérées ci-dessus et de les inclure dans leur dossier de présentation. On donne ici des suggestions supplémentaires.

1. Devoirs écrits RPFSV

Rôle - Public - Format - Sujet - Verbe fort. La formule RPSFV permet de créer des exercices de rédaction originale pour aider les élèves à adopter de nouvelles perspectives sur une controverse scientifique, ou à découvrir des applications divergentes pour un concept, ou à établir des rapports immédiats entre eux-mêmes et leur apprentissage.
Pour commencer, décider du thème spécifique sur lequel portera la rédaction.

Par exemple : la photosynthèse, la conversion de l'énergie, les symboles météorologiques, la conservation de l'énergie, les chaînes (réseaux) alimentaires.

Faire ensuite une liste des «rôles» éventuels que les élèves pourraient assumer lors de la discussion portant sur le sujet scientifique précis à l'étude, et une autre liste de «publics» potentiels auxquels ils pourraient adresser leurs remarques. Ces rôles et publics peuvent être tirés de la liste «Points de vue sur une question STS» fournie à la page 39 dans la publication de Alberta Education intitulée *Enseignement des sciences STS : Pour unifier les buts de l'enseignement des sciences* (esthétique, écologique, économique, affectif, éthique, juridique, militariste, mystique, politique, scientifique, social et technologique). Pour une discussion complète, voir les pages 30 à 43.

Choisir un rôle et un public pour l'exercice, ou demander aux élèves de choisir les leurs.

Par exemple :

Sujet	Rôle	Public	Format
photosynthèse	chloroplaste	racine d'une plante	attrait

Choisir ensuite pour les élèves un format de rédaction, qui peut être tiré de la liste ci-dessous.

Formats de rédaction

Cette liste n'est pas exhaustive mais représente un point de départ pour se mettre mentalement au travail. Tous ces formats peuvent être adaptés à la classe de sciences.

- article
- autobiographie
- bande dessinée
- biographie
- blagues
- brochure
- carnet de bord
- carte de souhaits
- chanson
- citations
- compte rendu de livre
- conte de fée
- curriculum vitæ
- découpage
- demande
- dépliant
- devinette
- directives
- éditorial
- énumération
- épitaphe
- essai
- essai accompagné de photos
- étude de cas
- examen
- extrait biblique
- feuille de travail
- histoire
- horaire
- invitations
- jeux de mots
- journal
- journal personnel
- lettre
- livre d'enfant
- magazine
- manchettes
- manuel
- menu
- message
- mots croisés
- mythe
- petites annonces
- poème
- questions à choix multiples
- «rap» (chant rythmé populaire en musique rock)
- rapport
- recette
- récit d'aventures
- réclame
- compte rendu de voyage
- résumé
- scénario
- slogan
- tableau d'affichage
- virelangue

Pour créer le devoir RPFSV, écrire une phrase où le rôle, le public, le format, le sujet sont liés par un «verbe fort» qui explique le but principal de la rédaction :

En assumant un (RÔLE), écrivez sous un (FORMAT) à un (PUBLIC), vous servant d'un (VERBE FORT) sur un (SUJET).

Par exemple :

- En tant que chloroplaste, écrivez un appel aux racines de votre plante en vous plaignant du manque de matières premières.
- En tant qu'amibe, écrivez aux autres résidents de l'étang un éditorial dans *La Gazette de l'étang* en vous plaignant de _____. (Sciences 10, Module 2, nº 3)
- En tant qu'arbre, écrivez une plainte à la société Canfor Pulp and Paper Mill concernant votre traitement dans le procédé de fabrication de la pâte à papier. (Sciences 30, Module 2, nº 4)

- En tant que maire d'Edmonton, écrivez une réponse à un citoyen qui se plaint du mauvais goût de l'eau au printemps, en expliquant pourquoi l'eau a ce goût-là. (Sciences 30, Module 2, nº 1)
- Imaginez une époque au XIXe siècle où vous venez de découvrir _____ et essayez de convaincre la société National Geographic de subventionner la recherche.
- Faites comme si vous étiez un scientifique sceptique du XIXe siècle qui cherche à démontrer la fausseté d'une découverte d'un collègue.
- Imaginez que vous êtes à une époque du XXIIe siècle, où vous, en tant que scientifique, venez de découvrir que la compréhension que nous avons maintenant d'une certaine chose est fondamentalement fausse. Racontez vos résultats.
- Examinez une «nouvelle version améliorée» d'un vrai produit récemment mis sur le marché par une compagnie. Imaginez que vous êtes le concurrent et inventez et soumettez à des tests une version encore plus améliorée.
- Simulez une audience publique dans la classe portant sur une controverse qui fait en ce moment l'objet d'un débat au gouvernement. Divers intervenants identifiés à l'avance par l'enseignant doivent faire des recherches et présenter, par le biais du jeu de rôles, leur position au comité qui a été nommé.

Servez-vous du RPFSV pour faire en classe des exercices de rédaction éclairs de cinq ou dix minutes, ou pour créer des sujets de tâches sous format d'essais.

Servez-vous des tâches RPFSV lorsque vous voulez encourager les élèves à établir de nouveaux rapports d'idées ou à explorer les éléments et applications d'un concept auxquels ils n'ont peut-être pas pensé grâce à la filière «habituelle» des questions-réponses. Servez-vous du RPFSV pour faire en classe des exercices de rédaction éclairs de cinq ou dix minutes, ou pour créer des sujets de tâches sous format d'essais. Les élèves peuvent utiliser la formule RPFSV pour créer leur propre devoir de rédaction. L'utilisation de cette formule a pour effet secondaire de produire des devoirs pleins d'intérêt et de vie. Pour des renseignements et des idées supplémentaires, reportez-vous aux documents *The Writing Process: Using the Word Processor*, p. 27 à 29, ou au *Science 14/24 Teacher Resource Manual*, p. 81.

2. Autres activités pour le dossier de présentation

On donne ci-dessous d'autres suggestions pour les devoirs écrits, les activités d'expression orale/d'écoute ou de visionnement que les élèves pourraient faire pour compléter leur dossier de présentation. La mise en œuvre d'un bon nombre de ces suggestions s'appuie en partie sur le concept RPFSV qui demande aux élèves d'adopter un rôle différent, ou de s'adresser à un public autre que l'enseignant, ou d'utiliser un format différent du rapport de sciences traditionnel. Dans toutes ces suggestions, on demande à l'élève d'utiliser l'information concernant un processus, un concept, un phénomène, une force ou un principe scientifique particulier ou tout autre élément que vous êtes en train de leur enseigner dans les sciences :

- Inventez une histoire sur quelqu'un dont la vie a été particulièrement affectée par cet élément particulier.
- Choisissez un élément particulier (ex. : un certain fossile de Sciences 20, Module 2, nº 2, ou un certain glacier du nº 3) et racontez l'histoire de cet élément depuis le début de son existence, comme si votre public était un enfant âgé de six ans.
- Racontez l'histoire sous forme de chanson «rap» à un enfant de 12 ans.
- Imaginez que vous êtes l'élément lui-même et racontez une partie de votre histoire qu'aucun être humain n'a encore découverte.
- Imaginez que vous êtes un phénomène ou un objet particulier (un chromosome dans une femme de 40 ans, le cœur d'un chien, une roche du paléozoïque, un neutron dans une arme nucléaire, etc.) et racontez votre histoire. Utilisez des mots et des images ou les deux en même temps (inventez une pièce de théâtre, une histoire, un collage, un découpage, une bande dessinée, un essai accompagné de photos, etc.).
- Écrivez un roman à suspense où cet élément fait partie de la clé de l'énigme (ex. : «L'affaire louche du bain acide meurtrier»).
- Inventez une histoire d'amour dans laquelle l'élément est un personnage central.
- Inventez un «conte de fée morcelé» en faisant l'adaptation d'un vieux conte à l'aide de l'information scientifique apprise.
- Racontez un mythe expliquant comment cet élément en est venu à exister (comme introduction au module).

- Racontez une histoire de science-fiction ou un conte fantastique dans lequel existe un monde où cet élément sert à des usages aujourd'hui impensables.
- Racontez l'histoire de ce qui est arrivé durant une vraie expérience en laboratoire, mais en changeant la fin si vous voulez (récit du processus de découverte).
- Relatez par écrit, seul, deux par deux ou en petits groupes, une anecdote tirée de votre expérience personnelle illustrant les principes/habiletés scientifiques à l'étude.
- Inventez une étude de cas fondée sur un problème que crée l'élément. L'enseignant peut avoir besoin de rappeler aux élèves qu'une étude de cas décrit une controverse particulière existant dans la vie réelle, et de leur donner assez d'information et de détails pour les aider à trouver une solution, en incluant une esquisse des joueurs-clés impliqués dans cette controverse ainsi que leurs points de vue. L'enseignant pourra choisir les études de cas les plus intéressantes qui auront été créées et les donner à résoudre à de petits groupes d'élèves, ou bien demander à divers petits groupes de trouver chacun une solution à la même étude de cas, puis de comparer les solutions et d'en discuter.
- Créez un modèle sous forme de graphique pour représenter ce qui vient d'être appris.
- Créez une caricature qui personnifie de façon humoristique un organisme à l'étude. Vous pouvez prendre comme modèles des exemples de caricatures faites par des professionnels comme *The Far Side* de Gary Larson.
- Analysez les influences des médias sur la compréhension qu'ont les gens des controverses scientifiques. Ou bien faites des généralisations sur l'importance particulière accordée à un moment donné par les médias à des controverses scientifiques.
- Analysez la position du gouvernement sur une controverse particulière touchant la santé, la technologie ou l'environnement. Tenez compte de facteurs comme les restrictions budgétaires, les droits de divers intervenants, les considérations politiques. Ou bien discutez la controverse en adoptant le point de vue du scientifique, par opposition à la position bureaucratique.

- Analysez et comparez des éditoriaux de quotidiens sur certaines controverses scientifiques, en examinant et en évaluant le point de vue des auteurs, l'exactitude de l'information présentée, la simplification de l'information destinée à un public profane, etc. Vous pouvez trouver des essais de David Suzuki, de Carl Sagan, d'Isaac Asimov, de Lewis Thomas, de Rachel Carson ainsi que d'autres savants qui sont de bons écrivains dans certaines des ressources pédagogiques autorisées pour les cours de français au secondaire deuxième cycle.
- Analysez une étude de cas de controverse sciences-technologie-société en vous servant des concepts appris. On peut tirer le matériau pour les études de cas d'événements d'actualité comme les décisions faisant l'objet de débats à divers paliers gouvernementaux sur l'usine Al-Pac ou sur le barrage de la rivière Oldman. L'enseignant demande aux élèves de se mettre en groupes pour faire leur recherche sur l'étude de cas, en allant chercher l'information nécessaire auprès des médias, dans des rapports et des interviews au niveau gouvernemental. Il demande ensuite aux groupes de faire part de la décision qu'ils recommandent.
- Créez un découpage de film pour démontrer un processus ou expliquer un concept à un public particulier.
- Mettez en scène un concept ou un processus scientifique et faites une présentation devant des élèves de l'élémentaire ou du secondaire premier cycle.
- Analysez le traitement d'une controverse sciences-technologie-société dans un long métrage, en notant la présentation, l'exactitude, le point de vue présenté. Ou bien, analysez et évaluez les extrapolations sur les connaissances scientifiques actuelles visant à prédire les situations et les faits nouveaux dans un film de science-fiction.
- Analysez l'image de la science et des scientifiques dans les médias (dans les réclames, à la télévision, etc.).
- Faites des recherches sur la façon dont sont produits les effets spéciaux dans les longs métrages et faites-en l'analyse. Les élèves trouveront utiles des publications comme *Cinefex* (un périodique publié tous les trimestres par Valley Printers, P.O. Box 20027, Riverside, Californie 92516).

- Analysez des réclames qui ont comme support de l'«information scientifique». Évaluez l'exactitude de l'information qui y est présentée, en notant les omissions importantes et l'utilisation de «mots trompeurs». Ou bien analysez des réclames qui vantent un produit particulier et créez des expériences pour tester ce produit.
- Débattez de l'utilisation scientifique des animaux pour faire les tests de produits.
- Évaluez et comparez des produits «écologiques pour l'environnement». Ou bien analysez des réclames pour ces produits.
- Documentez le processus d'une expérience complexe en prenant des photos en couleurs ou des diapositives, puis arrangez-les pour les présenter sous la forme d'un essai accompagné de photos ou d'un documentaire.

DEVOIR DE RÉDACTION TYPE POUR BIOLOGIE 30

- Écrire un poème lyrique sur n'importe quel sujet de Biologie 30.
  (Exemple : se concentrer sur un organe en particulier, ou sur un système d'organes ou sur l'interaction de deux systèmes.)
- Minimum de 16 lignes.
- Format de strophes de 4, 6 ou 8 vers.
- Choix de schémas de rimes.
  Exemple : AB AB
  ABBA.

Rimes biologiques

Depuis les cellules de la vie à l'anatomie,
Des parties de l'œil, à la moelle des os,
De ce que font les muscles pour devenir forts.
La biologie est une classe où on parle du corps.

Le système d'excrétion était très intéressant
Mais en voyant certaines parties, j'ai paniqué.
Les organes, c'est super excitant à disséquer,
Mais quand il faut toucher, c'est moins tentant.

Le système digestif absorbe les aliments;
Il est même prévu pour qu'on ait des vents!
Le sang, les globules, les neurones et les capillaires,
Voilà des mots qui enrichissent mon vocabulaire.

Ce cours passe joyeusement dans mon cerveau,
Avec des pensées de biochimie ou de H_2O,
Certains mots sont introuvables dans un dictionnaire
Alors je les cherche dans mon «Glossaire».

Les examens et les interrogations sont plutôt barbants,
C'est pour ça que souvent je ne me sens pas bien avant,
Je le dis en mots simples et bien franchement,
La biologie, c'est intéressant et même passionnant.

Des parties de la cellule aux lois de la biologie,
C'est pour applaudir que j'arrête mon écrit!

Traduit et adapté de Richard Okolo
Le 15 mai 1991

Schéma d'évaluation type

Français/Rime	–	3
Longueur	–	1
Clarté	–	2
Contenu (biologie)	–	4
Créativité	–	9
		19 Bien
		20 fait!

LE PROJET

Le véritable projet de recherche dans les sciences s'appuie sur un processus de recherche qui est décrit en détail dans le document publié par Alberta Education, *Enseignement et recherche : Guide pour le développement des habiletés de recherche,* (1991). Ce processus fait intervenir la planification, puis la recherche et le traitement de l'information, et enfin la mise en commun de cette information, suivie de l'évaluation du processus au complet. Si les élèves choisissent de partager leur information sous la forme d'un rapport écrit, ils s'engagent dans un processus de rédaction en plus du processus de recherche. Le processus de rédaction s'imbrique dans la partie de la recherche où l'information est extraite et traitée, pour se poursuivre lorsque les élèves raffinent leur communication de cette recherche sous un format écrit. Quand les enseignants de sciences comprennent ce processus de rédaction et donnent aux élèves le temps de l'assimiler, ils assistent alors à une amélioration considérable de la qualité et de la clarté des rapports de sciences.

1. Approche du processus de rédaction à l'écriture formelle

Lorsque les élèves préparent des rapports écrits, des essais ou d'autres écrits en bonne et due forme pour un public, ils ne peuvent, en général, sortir une prose claire, concise, bien organisée, bien ponctuée la première fois qu'ils mettent la main à la plume. Le fait que certains élèves pensent que ce sera le cas est souvent une source de frustration. Rédiger est en fait souvent un processus long et désordonné, qui varie considérablement pour chaque individu mais qui se conforme généralement au modèle suivant :

Préécriture	Les idées filtrent, sont consolidées et clarifiées dans l'esprit de l'auteur. Celui-ci détermine un but et un public pour ce qu'il va écrire. Une planification initiale a lieu, qui consiste à mettre les idées sous forme de mots et les mots sous forme de séquence logique. La «préécriture» a lieu lorsqu'on observe, discute, pense, écrit spontanément, pense encore plus, écrit encore plus, et ainsi de suite. Durant la recherche, les étapes de la planification, de la recherche et du traitement de l'information font toutes partie de la préécriture. En général, la préécriture se poursuit même après que le brouillon a été commencé.
Brouillon	L'écriture proprement dite des idées commence. En général, le rédacteur «révise» un premier brouillon une ou deux fois sinon de nombreuses fois avant de réorganiser, reformuler, retirer et ajouter des idées pour esquisser d'autres brouillons successifs.
Révision	Lorsque le contenu est «établi» et que la forme, la clarté et l'organisation du passage sont satisfaisantes aux yeux du rédacteur, celui-ci passe aux détails de finition : orthographe, ponctuation, grammaire, usage, ton, format, etc.

Les documents de Alberta Education offrent une grande quantité d'information permettant d'aider les élèves à améliorer leurs habiletés de rédaction par la compréhension du processus de rédaction même. Se reporter à la liste de ressources qui paraît en fin de chapitre.

Idées pour aider les élèves à améliorer leurs habiletés de rédaction dans les sciences au secondaire deuxième cycle

- Donner aux élèves du temps en classe afin qu'ils explorent leurs idées et leur donnent forme en vue de rédiger un rapport formel, en parlant, en faisant des listes, en écrivant de façon spontanée, etc.

- Encourager la révision en demandant à voir le premier et le deuxième brouillons annexés au rapport final.

- Donner du temps en classe pour la révision : donner, par exemple, une date assez rapprochée pour la remise des premiers brouillons, puis demandez aux élèves de travailler avec des partenaires ou en petits groupes pour lire réciproquement ce qu'ils ont écrit et se donner une rétroaction. On donne à ce processus le nom de «conférence» ou de «révision par les pairs». La plupart de vos élèves auront appris ce qu'ils doivent faire dans leur cours de français. Assurez-vous de leur donner des critères spécifiques et une structure de rétroaction. Pour plus de détails sur la façon de procéder, reportez-vous à la liste des ressources paraissant en fin de chapitre.

- Donnez des modèles de «bonnes» rédactions faites par des élèves, en vous servant éventuellement du rétroprojecteur, pour montrer aux élèves ce que vous voulez dire par une description claire des choses observées, des paragraphes bien organisés, des résumés concis, et ainsi de suite.

- N'essayez pas de noter tous les rapports formels, les paragraphes, etc. Vous pouvez, par exemple, demander aux élèves de vous soumettre tous les passages finis, mais n'en choisir qu'un certain nombre à noter. Ou bien, demandez aux élèves de préparer un rapport de laboratoire, mais n'en choisissez qu'un de chaque groupe à noter. Demandez aux élèves d'évaluer mutuellement ce qu'ils ont écrit. De petits groupes peuvent évaluer un ensemble de feuilles selon des critères que vous leur aurez enseignés. Les élèves peuvent évaluer leurs propres écrits pour vérifier l'exactitude des points scientifiques et technologiques.

STRATÉGIES DE LECTURE POUR LES DOCUMENTS SCIENTIFIQUES

Certains de vos élèves ne posséderont pas beaucoup de stratégies de lecture leur permettant d'apprendre les nouveaux concepts scientifiques dans des explications du livre de l'élève. Consultez la liste des références en fin de chapitre sur les techniques de lecture concernant les textes informatifs. Les stratégies expliquées dans ces ressources comprennent l'utilisation de :

Titres	Diviser le document en morceaux et donner un titre résumant l'information qui se trouve dans chaque morceau.
Plans	Condenser toutes les idées-clés dans un plan d'une page, en écrivant chaque idée-clé sous la forme d'un titre approprié.
Questions	Balayer le document, puis écrire ses questions. Lire pour trouver la réponse aux questions.
Prédiction	Balayer les titres, les sous-titres, les illustrations, graphiques, paragraphes d'introduction et de conclusion, puis prédire le contenu. Avant et après la lecture, s'arrêter périodiquement pour faire la liste des prédictions et hypothèses concernant l'information présentée. Comparer avec d'autres. Comparer avec l'information apparaissant plus tard dans le texte. Ou bien, avant de lire, essayer d'écrire spontanément tout ce qu'on sait sur le sujet présenté et prédire la nouvelle information que l'on va apprendre.
Lignes-clés	Choisir les lignes les plus importantes. Justifier et comparer aux choix d'autres élèves.
Réaction	Après avoir lu, écrire spontanément une réaction personnelle (voir des suggestions spécifiques dans la section «Écrire pour apprendre», ou bien écrire les questions qu'on se pose au sujet de ce qu'on a lu).
La méthode SQL3R	Survoler ou balayer du regard le document, puis faire une liste des questions nées de ce balayage; ensuite, lire, réfléchir, réciter en répondant aux questions, et finalement réviser.

Grâce à l'expression orale, comme à l'expression écrite, les élèves traitent leurs apprentissages. En parlant, ils font un tri et clarifient ce qu'ils apprennent, vérifient leurs hypothèses, prennent conscience des associations qui naissent dans leur esprit, établissent des rapports entre les nouvelles idées et leurs expériences et connaissances passées et élargissent leur compréhension. Il faut donc créer des occasions fréquentes de discuter en petits groupes. La discussion menée par l'enseignant est parfois valable, mais cette approche limite sérieusement le nombre d'élèves qui ont la chance d'«assimiler» verbalement les nouveaux concepts. De plus, le grand groupe ne représente pas pour la discussion un endroit aussi «sécuritaire» que le petit groupe pour travailler verbalement sur des idées à demi-formées et poser des questions.

Consultez la liste des ressources en fin de chapitre pour trouver des idées d'activités d'expression orale/d'écoute. Voici un bref résumé d'idées contenues dans ces références :

Jeu de rôles	Des élèves choisis assument, dans une discussion, le point de vue d'une personne différente (ex. : dans un petit groupe aux prises avec une controverse, chaque élève pourrait parler en adoptant le point de vue d'un intervenant différent).
Débat	En équipes de quatre (deux équipes de deux) ou en petits groupes moins structurés. Les élèves débattent d'une question posée en termes de résolution (ex. : Il est résolu que la consommation de combustible fossile soit limitée par foyer) en usant de la logique de persuasion et du support obtenu par la recherche pour présenter les opinions.
Groupes casse-tête	Exemple : Chaque petit groupe «maison» se voit donner un article différent à lire et à expliquer (ex. : en énumérant les éléments-clés et la position générale de l'auteur). Une personne de chaque groupe «maison» est ensuite envoyée dans un autre groupe, formant un premier groupe «composite», puis une personne de chacun de ces groupes composites est envoyée dans un autre groupe, et ainsi de suite. Dans les groupes «composites», les membres expliquent à tour de rôle l'article qu'ils ont étudié dans leur groupe «maison».
Cercles concentriques	Un petit groupe discute de façon informelle au centre d'un autre groupe formé par le reste de la classe, qui observe et évalue. Il y a des arrêts périodiques pendant lesquels le grand groupe réfléchit sur ce qui se passe en analysant la situation, découvre des choses profondes, etc., ou pendant lesquels un élève du grand groupe passe dans le petit groupe.
Séminaire	Un élève «enseigne» à la classe en parlant, en passant un montage audiovisuel, en montrant une exposition, en faisant une mise en scène, en démontrant des concepts appris ou en se servant d'une autre modalité de présentation.

REGARDER

On considère le fait de regarder comme une activité de communication parce qu'on doit voir pour lire et pour comprendre les messages non verbaux essentiels à l'échange de paroles. Avec l'explosion de l'utilisation des médias dans la classe de sciences, ainsi que dans la façon de traiter les controverses scientifiques au niveau mondial, apprendre à regarder de façon critique constitue une importante habileté qu'il faut aider les élèves à développer. Consultez la liste des références en fin de chapitre pour trouver des idées utiles concernant l'intégration de la télévision, des films, de la radio et de l'imprimé dans vos classes de sciences.

Une approche consiste à analyser de façon critique la présentation d'une question ou d'un concept scientifique dans un film ou à la télévision, en séparant les faits de l'opinion, en examinant la méthode de présentation et le choix de l'information, en évaluant l'utilisation du facteur divertissement dans le but de faire «accepter» la science au public ordinaire, les techniques de persuasion utilisées, etc.

Essayez de vous concentrer sur la forme. Les élèves peuvent examiner la présentation visuelle, les effets sonores, la musique, l'éclairage, le mouvement, les effets spéciaux, l'angle de la caméra, le montage, la couleur, la composition, le texte et les symboles servant à présenter les phénomènes dans le monde naturel, ou à émettre une déclaration au sujet d'une controverse scientifique. Ou bien examinez la forme dans les présentations de quotidiens. Comment le regard est-il dirigé vers certaines histoires? Quelle est l'importance donnée à la science dans le contexte général? Comment sont juxtaposées les histoires scientifiques à d'autres textes et aux petites annonces? Quel est le point de vue exprimé dans l'éditorial et quelle est la fréquence comparative des éditoriaux portant sur des questions scientifiques? De quelles façons les titres et le traitement graphique ou d'autres éléments interviennent-ils dans la simplification du message?

Dans tout acte consistant à regarder, il est important d'aider les élèves à prendre du recul et à examiner de façon critique les messages visuels que vous faites entrer dans la salle de classe.

Dans tout acte consistant à regarder, il est important d'aider les élèves à prendre du recul et à examiner de façon critique les messages visuels que vous faites entrer dans la salle de classe. Vous aidez à soumettre leur réaction à la médiation - en les faisant discuter et en guidant leur réflexion pour qu'ils apprennent à voir vraiment selon diverses perspectives. Avant chaque présentation, passez du temps à regarder en donnant aux élèves un contexte et des raisons pour regarder la présentation et en les aidant à se concentrer sur certains éléments. Après qu'ils ont regardé, laissez-leur du temps pour mettre par écrit leurs réactions et observations, et pour discuter de leurs analyses avec d'autres et les comparer.

Un autre aspect des activités qui font intervenir le «regard» est en fait la construction créative, lorsqu'on demande aux élèves de réaliser leur propre présentation visuelle d'un concept, processus, phénomène ou opinion sur une controverse. Des formats possibles pour ce genre de présentation comprennent le découpage (le «plan» d'un film - une série de dessins qui décrivent la séquence des prises de vue avec le dialogue correspondant écrit en-dessous), la bande dessinée, l'affiche, l'annonce publicitaire, le collage, l'essai accompagné de photos, les graphiques d'ordinateurs, l'exposition, la présentation de diapositives avec bande sonore, la production vidéo, le jeu de société ou le tableau d'affichage.

RESSOURCES RECOMMANDÉES POUR LES ACTIVITÉS FAISANT APPEL AU LANGAGE EN SCIENCES

Alberta Education. 1990. *Diagnostic Learning and Communication Processes Program : Handbook 1 Integrating Evaluation and Instruction and Handbook : Four Diagnostic Teaching Units Science.* Student Evaluation and Records Branch. Jeu de listes de contrôle permettant à l'enseignant de faire un diagnostic systématique du niveau des processus mentaux et des apprentissages de l'élève.

Alberta Education. *Enseignement et recherche : Guide pour le développement des habiletés de recherche.* Language Services Branch, 1991. Une lecture indispensable pour les enseignants qui veulent faire participer leurs élèves à des travaux de recherche. Ce document offre une description du «processus de recherche», des stratégies aidant l'élève au cours du processus même, des méthodes d'évaluation ainsi que de nombreux exemples pratiques.

Guide d'enseignement du français au secondaire, Volet I : Compréhension écrite (1989), Langue maternelle

Guide d'enseignement du français au secondaire, Volet I : Compréhension écrite (1990), Immersion

Guide d'enseignement du français au secondaire, Volet II : Communication orale (1990), Langue maternelle

Guide d'enseignement du français au secondaire, Volet II : Communication orale (1990), Immersion

Cadre conceptuel des programmes de français au secondaire. Langue maternelle. (1989)

Cadre conceptuel des programmes de français au secondaire. Immersion. (1989)

Alberta Education. Études sociales 10 - 20 - 30 - *Guide d'enseignement.* Language Services Branch, 1993

Alberta Education. Études sociales 13 - 23 - 33 - *Guide d'enseignement.* Language Services Branch, 1993

On peut se procurer facilement ces deux guides pédagogiques qui renferment d'intéressantes sections sur des activités d'expression orale/d'écoute et de rédaction (y compris des «barèmes» de notation pour les compositions et présentations de l'élève).

Alberta Education. 1986. *Teaching and Evaluation Reading in Senior High School.* Décrit de précieuses stratégies permettant d'aider l'élève à lire de façon plus efficace, avec des sections sur la lecture faite en vue de recueillir de l'information, sections qui intéresseront en particulier les enseignants de sciences.

Alberta Education. 1982. *Viewing in Secondary Language Arts.* Disponible dans la plupart des écoles. Offre de nombreuses idées d'activités dans lesquelles on utilise films, télévision et images - activités que l'on peut facilement adapter pour le cours de sciences.

Alberta Education. 1989. *The Writing Process Using the Word Processor : Inservice Leader's Reference Manual.* Une reliure à anneaux assez volumineuse, débordant de suggestions pour les devoirs écrits, avec d'importantes sections concernant les carnets d'apprentissage, l'utilisation de la méthode RPFSV et l'évaluation du travail écrit de l'élève.

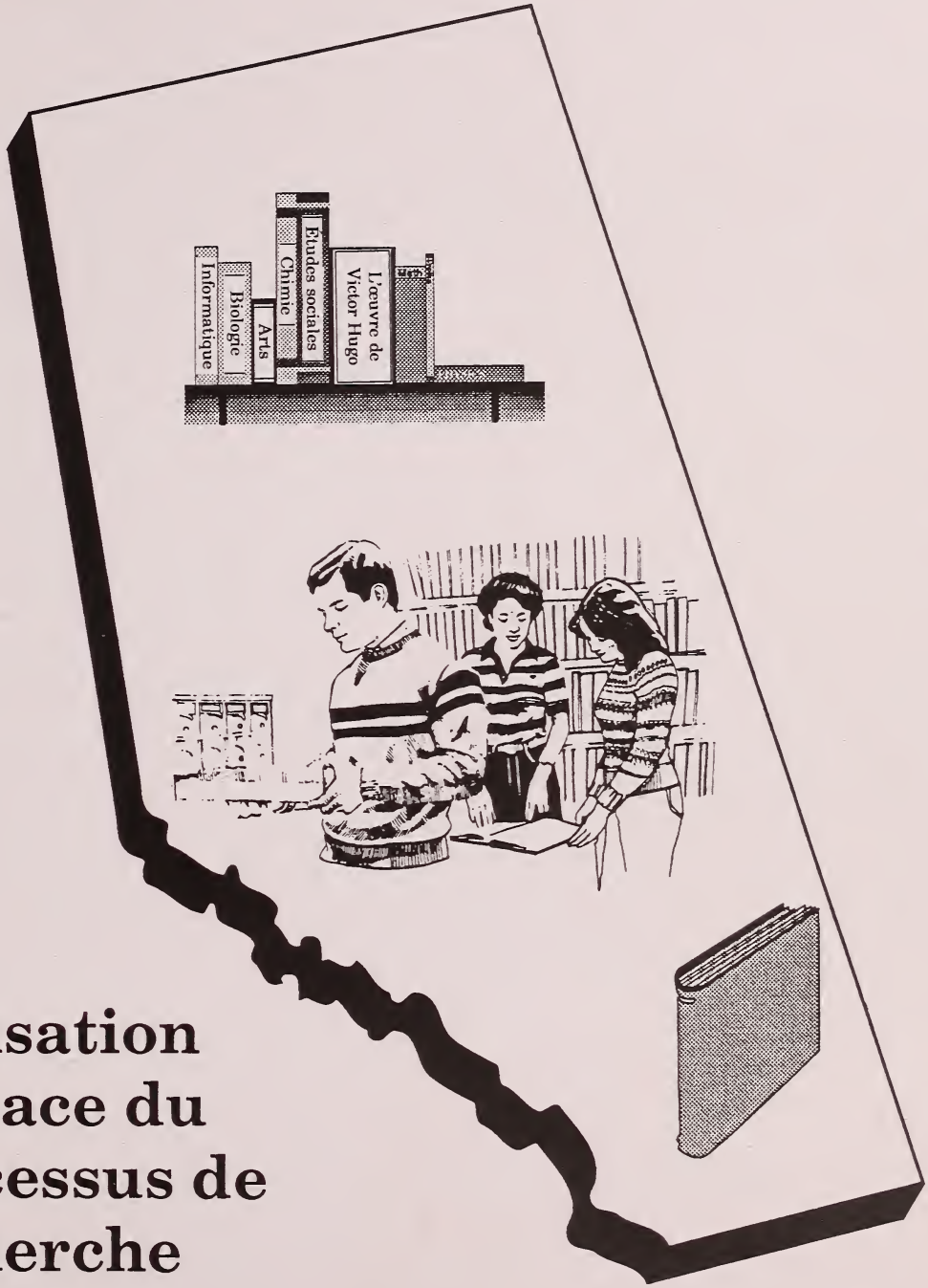
Clarke, Judy, Wideman, Ron and Susan Eadie. 1989. *Together We Learn.* Toronto : Prentice-Hall. Une ressource autorisée pour la classe de secondaire deuxième cycle, présentant de nombreuses stratégies pratiques d'apprentissage en coopération (comment utiliser et évaluer la discussion en petit groupe).

Elbow, Peter. 1981. *Writing with Power : Techniques for Mastering the Writing Process.* New York : Oxford University Press. Donne une explication très claire de toutes les facettes du processus de rédaction. Contient un excellent chapitre sur la rédaction spontanée (ce que l'auteur appelle l'«écriture libre»), contenant les applications de la méthode dans l'enseignement, l'apprentissage, le monde des affaires, etc.).

Jeroski, Sharon, et al. 1990. *Speaking for Yourself : Listening, Thinking, Speaking.* Toronto : Nelson Canada. Renferme un grand nombre de suggestions pratiques portant sur l'utilisation du débat, de la discussion en petit groupe et en grand groupe, du discours et de la présentation ainsi que d'autres activités d'apprentissage dans les classes de secondaire deuxième cycle.

Kirby, Dan and Tom Liner. 1988. *Inside Out : Developmental Strategies for Teaching Writing.* Second edition. Portsmouth, N.H. : Boynton/Cook Publishers. Offre de l'excellente information sur des activités pratiques de rédaction à utiliser dans la classe de sciences. Utile également pour l'évaluation du travail écrit de l'élève et pour la façon de procéder lors de la correction.

Ontario Ministry of Education. 1989. *Media Literacy Resource Guide.* Manuel excessivement pratique et intéressant, contenant une foule d'idées pour des activités qui intègrent l'utilisation du film, de la télévision, de la publicité et d'autres médias pour les classes de secondaire deuxième cycle (approche intercurriculaire, permettant l'adaptation des activités à toutes les matières). Contient également des résumés succincts des éléments s'offrant à l'analyse critique dans chacun des médias.



Utilisation efficace du processus de recherche

UTILISATION EFFICACE DU PROCESSUS DE RECHERCHE

Teddy Moline

«De 6 à 7000 articles scientifiques sont écrits quotidiennement. L'information scientifique et technologique double tous les cinq ans et demi et va bientôt doubler tous les vingt mois.»

«Si vous êtes dans la quarantaine, la moitié des connaissances scientifiques dans le monde ont été découvertes et documentées depuis que vous avez terminé vos études secondaires.»

Des citations comme celles-ci soulignent le fait que les élèves de cette génération font face au déploiement d'information le plus formidable auquel on ait jamais assisté - car la qualité comme la quantité d'information a changé. Le développement des habiletés et stratégies permettant de faire face à cette information préparera les élèves à fonctionner pleinement dans la société et contribuera à leur faire apprécier l'apprentissage comme étant un processus permanent.

Le développement des habiletés et stratégies permettant de faire face à cette information préparera les élèves à fonctionner pleinement dans la société et contribuera à leur faire apprécier l'apprentissage comme étant un processus permanent.

Localiser l'information générale sur un sujet, une controverse, une prédiction ou une hypothèse scientifique est une condition préalable à l'expérimentation scientifique et en est aussi une composante intégrante. Tous les nouveaux développements dans les sciences exigent du scientifique qu'il localise, analyse, traite, assimile et applique l'information connexe avant de passer à l'expérimentation.

Les scientifiques ont besoin de stratégies et d'habiletés de recherche de documentation efficaces afin d'avoir accès à cette information. Ils doivent être instruits et bien informés sur les sources d'information scientifique courante : réseaux et bases de données scientifiques, ainsi que d'autres mises à jour périodiques, et avoir des habiletés de manipulation de l'information ainsi que des habiletés expérimentales et théoriques, si l'on veut éviter des répétitions inutiles et des erreurs dans la collecte des données. Les scientifiques n'inventent pas sans trouver d'abord ce qui a déjà été fait. Dans certains cas, en raison du fait que la recherche adéquate dans un domaine n'a pas été faite auparavant, temps, efforts et argent ont été dépensés en vain pour réaliser une expérience qui avait déjà été bien documentée et vérifiée.

Le processus de recherche de documentation efficace permettant d'acquérir et d'analyser la documentation ressemble au processus de recherche scientifique même. Les élèves ayant des stratégies et habiletés de recherche de

documentation efficaces appliquent le raisonnement scientifique et démontrent la possibilité de transférer ces habiletés scientifiques.

LE PROCESSUS DE RECHERCHE ET SON APPLICATION

Continuum des habiletés et stratégies de recherche

Le but d'un processus de recherche global est de rendre les élèves capables de transférer les habiletés et stratégies qu'ils apprennent dans n'importe quelle matière, à tous les genres de recherche fondée sur le programme d'études - recherche scientifique, historique, empirique, recherche-action, etc., et à de nombreuses situations dans la vie quotidienne. Les élèves ont besoin de se voir donner de multiples occasions pour exercer et améliorer leurs stratégies et habiletés de recherche et, si l'on veut que le processus de recherche ait du sens pour eux, il doit être relié à leurs connaissances et à leurs expériences antérieures ainsi qu'à leurs études.

Enseignement et recherche : Guide pour le développement des habiletés de recherche (1991) offre une approche type du «processus de recherche» visant à développer les habiletés de recherche. Ce modèle de recherche présente une approche développementale à la recherche et contient à la fois un continuum des habiletés et stratégies de recherche et un continuum des niveaux de recherche, du niveau débutant au niveau avancé.

Continuum des habiletés et stratégies de recherche

Le continuum des habiletés et stratégies de recherche comprend cinq étapes :

Étape nº 1 : Planification
- déterminer le sujet initial, la méthode et le résultat final

Étape nº 2 : Recherche de l'information
- évaluation des ressources

Étape nº 3 : Traitement de l'information
- synthèse, analyse et évaluation de l'information

Étape nº 4 : Partage de l'information
- présentation du produit final

Étape nº 5 : Évaluation
- réflexion sur le processus complet et identification des changements et des situations transférables.

Chaque étape se compose d'habiletés et de stratégies qui permettront aux élèves de manipuler efficacement l'information. Le continuum est cumulatif, et les élèves voient leurs habiletés et stratégies s'améliorer au fur et à mesure qu'ils passent par les diverses étapes. Cependant, à certains moments, un seul aspect des étapes ou des habiletés de recherche sera mis en œuvre au cours d'une activité particulière mais il devra toujours y avoir un mouvement considérable de va-et-vient entre les étapes.

Divers modèles de processus de recherche peuvent impliquer davantage d'étapes et/ou une terminologie différente, mais les trois concepts essentiels décrits ci-dessous doivent toujours être inclus :

- commencer la recherche en faisant le lien avec les expériences et connaissances antérieures des élèves,
- prévoir ensuite la recherche et la planifier, et
- conclure en validant et en extrapolant les stratégies à utiliser dans d'autres situations.

À certains moments, un seul aspect des étapes ou des habiletés de recherche sera mis en œuvre au cours d'une activité particulière mais il devra toujours y avoir un mouvement considérable de va-et-vient entre les étapes.

Le tableau suivant illustre la corrélation étroite qui existe entre le processus décrit dans *Enseignement et recherche* et les modèles scientifiques.

Modèle tiré de *Enseignement et recherche* corrélé avec divers modèles associés à l'enseignement des sciences

Enseignement et recherche	Modèle de l'enquête scientifique	Modèle de l'enquête sociétale/décisionnelle	Modèle de résolution de problèmes	Attentes générales pour l'apprenant
Planification	Interrogation/ proposition des idées/conception des expériences	Identification de la controverse/des solutions de rechange	Planification	Production
Recherche de l'information	Collecte des preuves	Recherche proprement dite	Collecte des données	Collecte des données
Traitement de l'information	Traitement des preuves	Réflexion et décision	Analyse des données	Organisation, analyse, intégration
Échange/évaluation de l'information	Interprétation des preuves	Action/évaluation	Explication	Évaluation

Continuum des niveaux de recherche

Dans *Enseignement et recherche*, le continuum des niveaux de recherche, de débutant à avancé, indique que les élèves vont progresser, à mesure qu'ils vont faire plus d'activités de recherche, d'un apprentissage dirigé par l'enseignant (dépendant) à un apprentissage dirigé par l'élève (indépendant).

Les deux extrémités du continuum des niveaux de recherche, de débutant à avancé, ne sont pas rattachées à un niveau de scolarité. Les élèves de tout âge peuvent acquérir les habiletés et stratégies identifiées dans le niveau débutant ou avancé; ces niveaux ne diffèrent que dans la complexité des modèles à mesure que l'élève progresse dans ses études.

MISE EN ŒUVRE

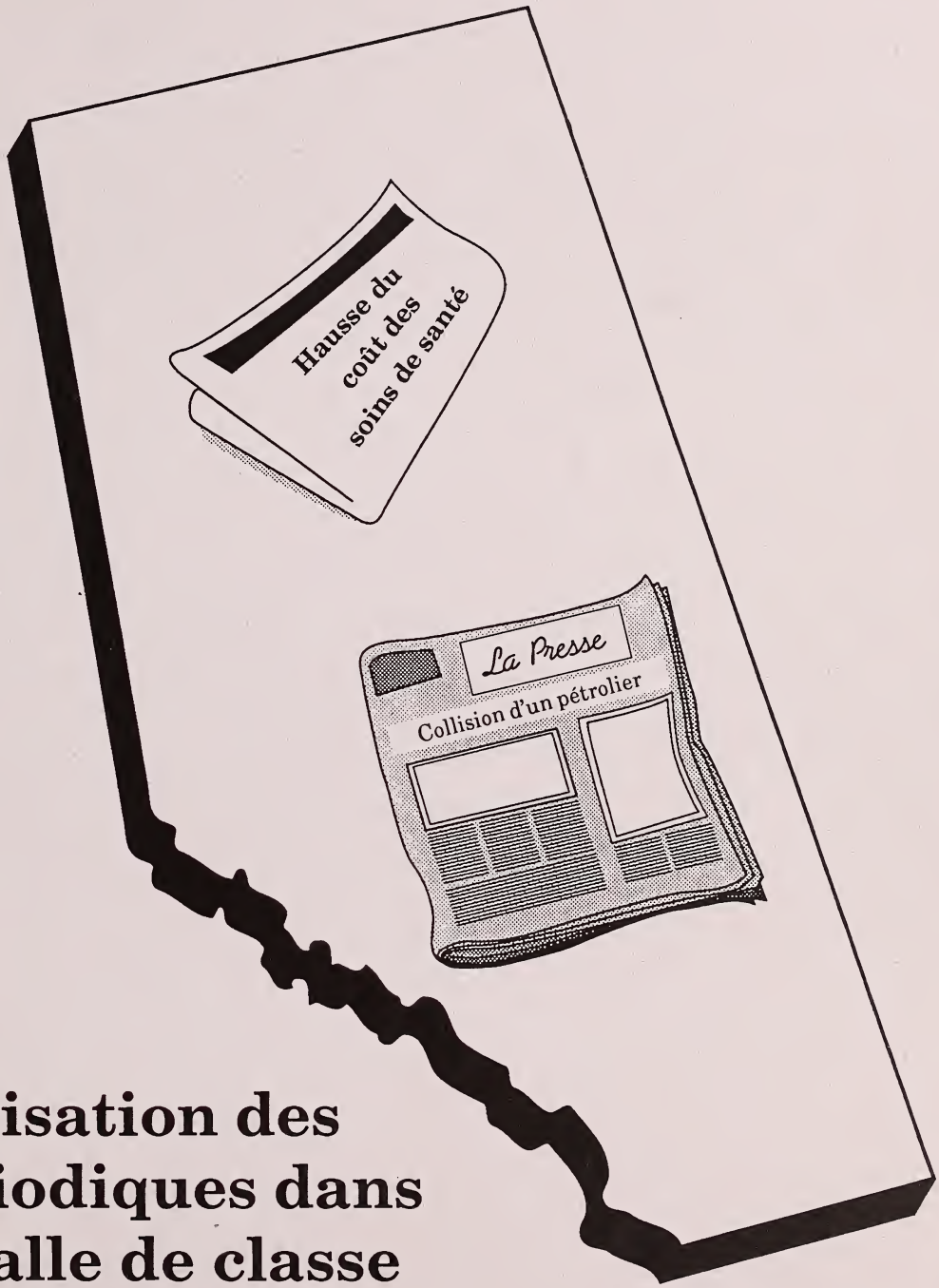
L'élaboration et la mise en œuvre d'activités de recherche fonctionnent bien lorsque les enseignants de sciences font la planification en collaboration avec l'enseignant-bibliothécaire. Lorsqu'il n'y a pas d'enseignant-bibliothécaire en raison du petit nombre d'effectifs, on recommande que les enseignants collaborent ensemble pour planifier les projets de recherche.

CONTACTS

Dans les périodiques spécialisés dans les sciences et l'éducation, ainsi que dans des journaux qui se trouvent à la bibliothèque de l'école, on trouve de nombreuses idées et suggestions visant à intégrer les habiletés et stratégies de recherche dans les programmes scolaires. En outre, des sessions sur la recherche sont offertes lors de la plupart des congrès d'enseignants et des congrès de spécialistes. Bon nombre de conseils scolaires ont un consultant en bibliothéconomie scolaire et un consultant en sciences qui peuvent suggérer des idées supplémentaires.

Parmi les contacts supplémentaires permettant d'obtenir des idées sur l'enseignement des stratégies de recherche, on peut citer :

- Learning Resources Council Executive, ATA
- Science Council Executive, ATA
- *The Book Book* (publié par l'ATA) dans chaque école
- Le personnel de Alberta Education et d'autres individus ayant participé à la production de ce guide d'enseignement et de *Enseignement et recherche : Guide pour le développement des habiletés de recherche* (1991).



Utilisation des périodiques dans la salle de classe

UTILISATION DES PÉRIODIQUES DANS LA SALLE DE CLASSE

Desiree Hackman

L'enseignement des sciences au sein de contextes d'apprentissage STS se prête à une utilisation intensive d'articles de magazines et de quotidiens dans la salle de classe. De façon à être toujours bien approvisionné en articles, on recommande d'établir un système de dossiers suspendus.

- Préparation de l'enseignant

  - Monter des dossiers suspendus d'articles sur des sujets reliés au programme d'études, comme la diminution de la couche d'ozone, l'effet de serre, les pluies acides et la déforestation.
  - Penser à rassembler une série d'articles sur une question particulière; des articles régionaux dans les cas où cela est pertinent; des articles qui suscitent un intérêt particulier pour une introduction ou un suivi.
  - Utiliser comme documentation pour les tâches individuelles ou en petits groupes ou bien comme documentation d'enrichissement pour les élèves qui finissent leurs activités quotidiennes de bonne heure.
  - Penser à élaborer des questions sur des sujets spécifiques et des tâches claires, simples s'appuyant sur un article ou une série d'articles découpés.

- Activités dans la salle de classe

  - Utiliser les articles pour développer la pensée critique reliée à des questions environnementales orientées vers les sciences. (Pour plus de renseignements, voir Module 10 du Perfectionnement professionnel en cours d'emploi : *Liens environnementaux dans les nouveaux programmes de sciences.*)
  - Demander aux élèves de créer des collages sur des thèmes comme l'énergie, la matière, le changement.
  - Présenter et mettre en pratique la technique de lecture SQL2R, pour faire des résumés d'articles et des devoirs où l'on doit poser des questions. (Pour plus de renseignements sur la technique de lecture SQL2R, voir la section Mesure et Évaluation.)
  - Lancer l'idée des albums de coupures dans lesquels l'élève rassemble des articles dans le but d'étudier quelque chose de précis; ex. : la technologie dans les médias.
  - Créer des devoirs de présentation orale incluant un élément de présentation visuelle qui comprend des articles et/ou des illustrations.

- Élèves ou enseignants peuvent monter des tableaux d'affichage portant sur divers thèmes :

  - les technologies, groupées par catégories comme le dessalement, les énergies de remplacement, l'élimination des déchets dangereux;
  - des coupures de quotidiens portant sur une question en particulier;
  - des ouvertures professionnelles dans les sciences et/ou la technologie.

DROIT D'AUTEUR

En vertu des lois actuelles régissant le droit d'auteur, les enseignants ont besoin d'une autorisation écrite pour reproduire des articles de périodiques ou de journaux en nombre suffisant pour la classe. Certains périodiques publient des autorisations pour l'affranchissement du droit d'auteur à des fins particulières. Par exemple, *Environment Views* publié par le ministère de l'Environnement de l'Alberta, déclare :

> «L'autorisation de reproduire tout ou en partie ce document à des fins commerciales doit être obtenue en écrivant à l'adresse ci-dessous. La reproduction à d'autres fins doit simplement faire mention de la source.»

On peut placer l'article original sur un tableau d'affichage ou le plastifier pour le faire circuler dans la classe.

Envisagez d'acheter pour la classe des séries de journaux contenant des sections ou des articles scientifiques pertinents. Les journaux devraient être découpés et utilisés en collaboration avec les enseignants de langue première et d'études sociales. On peut utiliser le journal au complet pour des activités de recherche et de découpage conçues dans le but de répondre aux objectifs curriculaires, en particulier dans la composante des liens STS.

Le *Edmonton Journal* comme le *Calgary Herald* ont des programmes visant à faire du journal un outil éducatif. Les journaux sont fournis aux maisons d'enseignement à un tarif spécial sur les achats en gros de 100 exemplaires ou plus. Des trousses éducatives comme «*Our Fragile Future*» et «*Give Earth a Chance*» sont fournies gratuitement avec ces commandes.

Le *Edmonton Journal* et le *Calgary Herald* nous ont fourni les renseignements ci-dessous concernant leurs politiques et procédures :

Edmonton Journal

- Tout ce qui est écrit par les rédacteurs du *Edmonton Journal* peut être reproduit en nombre suffisant pour la classe.
- Pour tout article qui n'est pas écrit par un rédacteur du *Edmonton Journal*, il faut demander une autorisation écrite à l'agence concernée; ex. : CP, Reuters, King Features, Knight Rider Newspapers. On peut se procurer l'adresse de ces diverses agences à la section des références de la bibliothèque municipale.
- Des exemplaires supplémentaires des quotidiens sont conservés quelque temps et sont disponibles sur demande auprès du service de prêt. Il y a en général des frais minimes à payer.

- Pour plus de renseignements, communiquer avec :

  Newspaper in Education Program Coordinator
  The Edmonton Journal
  C.P. 2421
  Edmonton (Alberta) T5J 2S6
  Tél. : 429-5175

Calgary Herald

- Aucun document ne peut être reproduit pour des séries de classe sans une autorisation écrite.
- Des exemplaires supplémentaires des quotidiens sont disponibles gratuitement sur demande, jusqu'à épuisement des stocks. Il faut en général payer pour les éditions spéciales ou les articles très en demande.

  Newspaper in Education Program Coordinator
  Calgary Herald
  C.P. 2400, Succursale M
  Calgary (Alberta) T2P 0W8
  Tél. : 235-7149

On encourage les enseignants à communiquer avec les représentants du journal de leur région pour déterminer la politique particulière régissant l'utilisation d'articles de journaux dans la classe.

Des articles de magazines ou d'autres périodiques peuvent aussi être des outils précieux à utiliser en classe.

Il faut cependant obtenir l'autorisation du propriétaire du document protégé par un droit d'auteur avant de reproduire ce document pour l'utiliser dans la classe.

On fournit en annexe une «demande d'autorisation» type et une autorisation d'affranchissement du droit d'auteur, afin de pouvoir reproduire des documents protégés par le droit d'auteur tirés d'autres périodiques.

ÉCHANTILLON de lettre accompagnant une «Demande d'autorisation»

Le 31 mai 1991

Découverte
1, avenue du Bois
Montréal, Qc 5T1 X8R

Objet : Demande d'autorisation pour reproduire un document

Monsieur/Madame,

Je vous écris de la part de l'école Maurice-Lavallée pour vous demander l'autorisation de photocopier «L'été sans fin : Vivre sous l'effet de serre» paru dans la revue *Découverte* à laquelle la bibliothèque de notre école est abonnée. L'article sera utilisé par les élèves de mes classes uniquement à des fins éducatives et ne sera pas vendu.

Je joins deux exemplaires d'un formulaire d'autorisation d'affranchissement du droit d'auteur, qui contient les renseignements sur l'article à reproduire.

Je vous serais reconnaissante de me retourner un exemplaire du formulaire accompagné de votre lettre d'autorisation.

Si vous n'êtes pas en mesure d'accorder l'autorisation de reproduire l'article en question, auriez-vous l'amabilité de faire parvenir cette demande à la personne concernée.

Je vous remercie de votre aide et vous prie d'agréer, Monsieur/Madame, mes sincères salutations.

Désirée Hackman
Enseignante de sciences
École Maurice-Lavallée

p.j.

FORMULAIRE D'AUTORISATION POUR L'AFFRANCHISSEMENT DU DROIT D'AUTEUR

Conseil scolaire : _____ École : _____

Adresse : _____

_____

Nous demandons l'autorisation de reproduire les documents ci-dessous protégés par un droit d'auteur et publiés par votre société.

Titre : _____

Auteur(s) : _____ Éditeur : _____

Date de publication : _____

☐ Article(s) : _____ ☐ Partie de l'article (des articles) : _____

Nombre d'exemplaires à reproduire : _____

Utilisation des documents

☐ utilisation en classe (préciser)_____

☐ utilisations particulières _____

Nous demandons l'autorisation de réimprimer ☐ Oui ☐Non

Date de la demande : _____ Durée de l'autorisation : _____

Tous les documents reproduits renfermeront une déclaration à l'effet que la reproduction a été autorisée et mentionneront le nom de l'agence ayant accordé cette autorisation.

L'autorisation est accordée par la présente à *l'école/le conseil scolaire* de procéder à la reproduction des documents ci-dessus tel qu'expliqué dans la lettre ci-jointe.

☐ Mention de la source _____

_____

☐ au tarif de _____ ☐ Sans frais

☐ autorisation de reproduire accordée ☐ Oui ☐ Non

☐ aux conditions suivantes : _____

_____

AUTORISÉ PAR _____

COMPAGNIE _____ DATE _____

Adapté et traduit de l'énoncé des procédures touchant la Politique d'affranchissement du droit d'auteur, octobre 1990. Student Programs and Evaluation Division, Alberta Education

Le contexte STS

APERÇU

Une approche STS aux sciences cherche à rendre l'apprentissage des sciences pertinent sur le plan personnel et signifiant sur le plan social. La connaissance scientifique est liée à l'innovation technologique, à la façon dont les élèves font l'expérience de la science, afin de réduire la distance entre l'étude dans la salle de classe et l'expérience dans la vie réelle. En plaçant la science dans un contexte social, on espère faire acquérir aux élèves une meilleure appréciation de l'impact des sciences et de la technologie sur la société. Le fait de voir la science comme une activité sociale est également important. La science et l'édification des connaissances scientifiques sont grandement affectées par la société.

La connaissance scientifique est liée à l'innovation technologique, à la façon dont les élèves font l'expérience de la science, afin de réduire la distance entre l'étude dans la classe et l'expérience dans la vie réelle.

L'énoncé de principes du ministère de l'Éducation de l'Alberta *Secondary Education in Alberta* (1985) indique que ce qui prépare le mieux les élèves à anticiper et à former leur avenir est une éducation générale d'envergure où l'accent est mis sur la pensée critique et créative, la communication, le développement personnel, les sciences et la technologie et une compréhension de la collectivité. On voit bien que les limites de la science ont été repoussées pour que l'on puisse répondre aux besoins changeants de nos élèves. L'horizon de la présentation des connaissances scientifiques a été repoussé au-delà du développement et de la compréhension des concepts scientifiques fondamentaux et du développement des habiletés de traitement de l'information scientifique, pour infiltrer les domaines de la technologie et de la société. Il n'est donc pas étonnant que l'élargissement des attentes pour l'apprenant implique la mise en œuvre de nouvelles stratégies d'apprentissage et d'enseignement.

CHANGEMENT DU RÔLE DE L'ENSEIGNANT ET DE L'ÉLÈVE

L'approche STS crée de nouvelles responsabilités pour l'enseignant. Le fait de relier le contenu scientifique à l'application technologique et de présenter les sciences dans un contexte social exige des connaissances plus vastes. Cet élargissement des objectifs pédagogiques peut se concrétiser si l'enseignant adopte un rôle de facilitateur plutôt que celui de directeur de l'apprentissage. Le rôle de facilitateur permet à l'enseignant d'aider les élèves à trouver les réponses à leurs questions. Le côté résolution de problèmes technologiques de l'approche STS favorise les habiletés d'approche indirecte. On peut essayer des approches multiples et les évaluer ensuite. L'apprentissage n'est plus perçu comme une série d'activités qui permettent à l'élève d'arriver à des réponses

Souvent, l'enseignant exposera le problème, mais, dans bien des situations, les élèves participeront de façon active à l'élaboration d'un procédé.

toutes faites. Souvent, l'enseignant exposera le problème, mais, dans bien des situations, les élèves participeront de façon active à l'élaboration d'un procédé. La recherche dirigée par l'élève met l'accent sur les stratégies d'apprentissage coopératif, qui placent l'enseignant, en tant que chercheur, à l'intérieur du groupe de recherche.

Changement de rôle pour l'élève

PENSEUR DÉPENDANT	PENSEUR AUTONOME
• reproduit les connaissances • récepteur passif • convergent, obéissant aux règles • étroitesse de l'information • une seule bonne réponse • les erreurs sont des fautes • évaluation et direction externes • individualiste, compétitif	• crée des connaissances et en découvre • prend des décisions de façon active • divergent, s'écarte des règles pour créer des idées originales • élargissement et corrélation de l'information • solutions multiples • les erreurs sont des outils d'apprentissage • autoévaluation, autodirection • collaboratif

Changement de rôle pour l'enseignant

DIRECTEUR DE LA RÉFLEXION	FACILITATEUR DE LA RÉFLEXION
• facilite l'élaboration de connaissances • disséminateur • se concentre sur le contenu • étroitesse de l'information • évaluation générale de l'élève fondée sur des normes courantes • instruction courante	• élabore la connaissance • médiateur, collaborateur • se concentre sur le processus • élargissement et corrélation de l'information • évaluation de l'élève comme apprenant individuel • tient compte des différences entre les apprenants

Tiré de *Enseigner à penser : Pour un meilleur apprentissage*, Language Services Branch, Alberta Education, 1992, p. 11.

ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE

À une époque où l'information est créée beaucoup plus vite qu'elle ne peut être assimilée, on va assister inévitablement à un déplacement de la mémorisation de l'information au développement des habiletés de pensée.

La recherche montre qu'une plus grande variété d'activités d'apprentissage permet aux enseignants de tenir compte des différents styles d'apprentissage. Des sous-groupes que l'on identifie comme étant moins susceptibles de s'inscrire dans des programmes de sciences le feraient si on y présentait de nouvelles activités d'apprentissage. En plus du cours dicté par l'enseignant, des sessions de résolution de problèmes en petits groupes, des démonstrations et des activités en laboratoire, l'approche STS ajoute diverses simulations, y compris : des études de cas, des débats interactifs et des scénarios de jeux de rôles à la portée des élèves de sciences.

Les stratégies STS exigent la participation active des élèves à leur processus d'appprentissage. À une époque où l'information est créée beaucoup plus vite qu'elle ne peut être assimilée, on va assister inévitablement à un déplacement de la mémorisation de l'information au développement des habiletés de pensée. Les élèves seront libres d'organiser l'information selon des modes qui leur permettront de la comprendre ou d'identifier ce qu'ils ne comprennent pas. La répétition de formules ou la mémorisation de définitions ne caractériseront plus la classe de sciences. On demandera aux élèves d'expliquer ce qu'ils pensent; donner la bonne réponse ne suffira plus. On demandera aux élèves de trouver leurs propres solutions aux problèmes et d'évaluer des approches divergentes. Les processus de résolution de problèmes et de prise de décisions auront lieu au sein d'un contexte social, dans lequel on encouragera les élèves à faire des prédictions, à élaborer des hypothèses, à recueillir et organiser les données et à tirer des conclusions par le biais de la coopération. Voici une liste des activités d'apprentissage STS.

Au cours d'une démonstration, on peut donner des indices qui vont attirer l'attention de l'élève sur des aspects importants de l'activité.

1. **Démonstrations**

   Ce genre d'activités permet de relier la théorie à l'apprentissage fondé sur l'expérimentation. À la différence des expériences en laboratoire qui favorisent la discussion en petits groupes, les démonstrations sont conçues pour de plus grands groupes. Comme toute la classe participe pour ainsi dire à l'expérience présentée, on peut souvent en profiter pour présenter aux élèves des concepts fondamentaux. Les groupes individuels ne travaillent pas dans l'isolement. Au cours d'une démonstration, on peut donner des indices qui vont attirer l'attention de l'élève sur des aspects importants de l'activité. Trop souvent, le chercheur débutant passe à côté des points les plus subtils à observer. Si l'enseignant assume le rôle de collaborateur plutôt que celui de directeur, il peut demander aux élèves de faire eux-mêmes des démonstrations pour leurs camarades. Les modules qui comportent un certain nombre de démonstrations sont idéals pour l'apprentissage coopératif.

2. **Activités en laboratoire**

   a) Activités en laboratoire structurées, où l'enseignant agit comme directeur.

      Dans cette stratégie, l'enseignant établit les buts, explique les règles et démontre souvent le procédé. Les élèves appliquent l'habileté et réfléchissent sur l'expérience. Une grande partie de l'apprentissage est orientée vers l'acquisition de connaissances

spécifiques ou vers la vérification de théories. On recherche souvent les bonnes réponses déjà existantes.

b) Activités en laboratoire conçues par l'élève, où l'enseignant agit comme facilitateur.

On peut penser à toute une gamme d'expériences en laboratoire conçues par l'élève et dont le résultat n'est pas connu d'avance. En raison de la complexité de certains procédés, il faut souvent que l'enseignant intervienne. Diverses stratégies sont possibles :

- Les activités en laboratoire conçues par l'élève suivent souvent le schéma des laboratoires structurés et offrent un prolongement de la recherche originale. Un procédé général est souvent appliqué à une situation différente.
- L'enseignant donne un problème et un procédé général. Il demande aux élèves de monter une expérience pour étudier le problème. Les élèves devraient avoir à identifier les variables dépendante et indépendante. On devrait favoriser l'utilisation d'un groupe témoin.
- Les élèves posent des questions qui mènent à une enquête. L'enseignant agit comme s'il était un collaborateur dans la recherche. La création de cartes conceptuelles ainsi que des séances de remue-méninges permettent de définir le problème, de recueillir l'information sur le sujet, d'identifier une méthodologie de recherche et de faire démarrer cette dernière. L'enquête est très nettement orientée vers la collecte et l'interprétation des données, plutôt que vers l'atteinte de réponses déjà connues. La plupart des enquêtes soulèvent encore plus de questions! La leçon porte principalement sur le caractère ouvert de l'entreprise scientifique.

Les séances de remue-méninges permettent aux élèves de générer un grand nombre d'idées sur un sujet ou sur un thème.

3. Séances de remue-méninges

Les séances de remue-méninges permettent aux élèves de générer un grand nombre d'idées sur un sujet ou sur un thème. On encourage l'association d'idées. On peut discuter de la valeur et de la diversité d'une multitude d'idées. Par exemple, on peut demander aux élèves de faire une liste des divers problèmes qu'ils verraient au sujet de la construction d'une usine de traitement des déchets dans leur municipalité ou d'énumérer diverses façons de réduire leur consommation d'énergie. Règle générale, le groupe nomme un rapporteur qui prend note des idées. On choisit souvent un ou deux élèves pour faire

part des idées aux autres groupes. Les discussions en petits groupes peuvent précéder ou suivre une activité comme une lecture, une activité en laboratoire, une démonstration ou une étude de cas. La séance de résolution de problèmes en petits groupes commence par l'exposition d'un problème soit social soit technologique. La séance de remue-méninges peut déboucher sur des stratégies de prise de décisions. Idéalement, il faut réserver son jugement durant le processus de prise de décisions, ou bien préparer les élèves à changer d'opinion à mesure que de l'information supplémentaire est recueillie.

4. Simulations

Les simulations présentent un problème, un événement, une situation ou un objet artificiel, qui reproduit la réalité mais en éliminant l'éventualité de blessures ou de risques au cours de l'activité. En mettant l'apprenant dans un rôle actif, les simulations fournissent un modèle pour étudier les interactions physiques ou sociales plus complexes. À la différence de nombreuses situations réelles, les simulations peuvent être modifiées pour répondre aux limites imposées par le cadre de la classe. C'est parce que la simulation rend l'événement facile à manier qu'elle permet à l'enseignant de planifier des liens entre les connaissances et habiletés déjà acquises et les activités relevant de l'élève. On peut regrouper les simulations en trois grandes catégories : 1) les simulations sociales, 2) les simulations créées par un individu à l'ordinateur, et 3) les simulations créées d'un ordinateur à un autre. Dans cette section du présent guide, on ne va explorer que l'utilisation des simulations sociales pour les classes STS. Le but des simulations est de :

En mettant l'apprenant dans un rôle actif, les simulations fournissent un modèle pour étudier les interactions physiques ou sociales plus complexes.

- motiver les apprenants;
- présenter diverses opinions et la raison d'être de chacune des opinions;
- sensibiliser les élèves aux préoccupations et à la vision du monde qu'ont d'autres individus;
- ramener des problèmes ou des situations complexes à des questions critiques en développant les processus analytiques;
- préparer les élèves à répondre à des rôles conflictuels et leur offrir l'occasion de prendre des décisions;
- encourager des attitudes et comportements spécifiques en favorisant la réflexion.

a) Étude de cas

L'étude de cas offre à l'apprenant l'occasion d'analyser et d'interpréter des données scientifiques. Les études

Comme les simulations à l'ordinateur, les études de cas permettent à l'élève d'acquérir de l'expérience dans des domaines où le travail traditionnel en laboratoire est difficile.

de cas remplacent souvent les enquêtes en laboratoire. Comme les simulations à l'ordinateur, les études de cas permettent à l'élève d'acquérir de l'expérience dans des domaines où le travail traditionnel en laboratoire est difficile. Les études de cas peuvent offrir de l'information de base essentielle à de futures discussions. La plupart des études de cas sont conçues pour du travail individuel ou en petits groupes. Voici des exemples d'études de cas possibles :

- Des études de succession longitudinales offrent à l'élève l'occasion d'examiner des tendances se manifestant sur plusieurs années.
- En étudiant des modèles de membrane cellulaire et de sites de liaison, les études de cas sur les agents pathogènes comme le virus du SIDA offrent aux élèves l'occasion d'étudier des virus qui représentent des dangers potentiels.
- Les études d'impact environnemental comme celles portant sur la destruction de la Forêt-Noire allemande par les pluies acides offrent des exemples véritables illustrant les rapports de cause à effet.
- Des études de cas de scientifiques faisant de la recherche offrent aux élèves une vision de l'effort scientifique portant sur une période de temps délimitée. L'exemple de la fusion froide et le rejet consécutif des théories de Pons et de Lieschman est un exemple parmi d'autres.

b) Scénario de jeu de rôles

Le jeu de rôles offre souvent une avenue pour présenter des opinions biaisées, qui peuvent être ou non en accord avec celles des élèves.

Les formats du jeu de rôles sont conçus pour enseigner des processus sociaux sélectionnés, comme la négociation, la discussion devant déboucher sur un accord, la recherche de compromis et la réceptivité, processus qui gouvernent les relations humaines. Les simulations présentent souvent une controverse et des profils de personnalité, de sorte qu'on peut prévoir les conséquences d'actions collectives. Le jeu de rôles offre souvent une avenue pour présenter des opinions biaisées, qui peuvent être ou non en accord avec celles des élèves. Mais le plus important, c'est qu'il introduit des points de vue divergents et offre à l'élève l'occasion de les analyser et d'y réagir. On espère que les élèves en arriveront à apprécier les raisons pour lesquelles les individus ont des points de vue différents. Le scénario de jeu de rôles devrait, idéalement, développer les habiletés de pensée critique, tout en encourageant la tolérance pour d'autres visions du monde. Toutes les simulations ont

des règles qui gouvernent les interactions entre les individus. Indépendamment des rôles qui sont assumés, certains comportements sont encouragés tandis que d'autres ne le sont pas. Certains scénarios de jeux de rôles sont décrits ci-dessous.

- En assumant le rôle de différents individus dans une ville ou une municipalité, les élèves réagissent au projet d'installation d'un dépotoir dans leur communauté. Comme chaque groupe vit dans un quartier différent, des arguments sont avancés, protégeant des groupes d'intérêt particuliers. Des élèves désignés comme conseillers municipaux sont confrontés avec la tâche de résoudre le problème.
- Au cours d'un forum public se manifeste l'opposition entre ceux qui croient en la vaporisation de pesticides et la vaporisation systémique, et ceux qui croient au contrôle biologique. Chaque groupe d'intérêt avance des arguments solides et logiques, mais chacun présente une perspective différente sur ce que constitue un lieu encore plus agréable pour vivre.
- Des scientifiques ayant des interprétations divergentes des données ou bien des scientifiques qui se servent de paradigmes différents pour décrire des événements naturels peuvent entrer en discussion durant un scénario de jeu de rôles. Par exemple, un élève jouant le rôle de Sir Isaac Newton peut proposer la théorie corpusculaire de la lumière, tandis qu'un autre élève jouant le rôle de Christiaan Huygens propose la théorie ondulatoire de la lumière. Chaque scientifique montre comment la théorie peut expliquer les phénomènes naturels. On demande aux autres élèves de la classe de résoudre la controverse.

Des scientifiques ayant des interprétations divergentes des données ou bien des scientifiques qui se servent de paradigmes différents pour décrire des événements naturels peuvent entrer en discussion durant un scénario de jeu de rôles.

c) Débat interactif

Alors que les scénarios de jeux de rôles permettent de présenter une grande diversité d'opinions, les débats, eux, permettent de présenter des opinions et des attitudes divergentes. À la différence du jeu de rôles où les élèves ont à défendre des intérêts qui leur sont donnés, le débat fait ressortir leurs positions personnelles sur des controverses sociales reliées à la science. On peut utiliser le format du «pour» et du «contre» pour illustrer les principaux points à l'intérieur du débat vu comme une dialectique. Si le scénario relève souvent du «faire semblant», le débat offre une tribune pour des commentaires personnels. Vu que les élèves sont souvent très convaincus des opinions qu'ils expriment dans un débat, il faut

structurer ce dernier de façon à ce que différents points de vue soient acceptés, même si on n'est pas totalement d'accord avec ces derniers. On donne ci-dessous quelques sujets possibles pour le débat dans la salle de classe.

Vu que les élèves sont souvent très convaincus des opinions qu'ils expriment dans un débat, il faut structurer ce dernier de façon à ce que différents points de vue soient acceptés, même si on n'est pas totalement d'accord avec ces derniers.

- La perspective d'une décision concernant le tri de l'ADN humain a de quoi effrayer. Qui aura accès à l'information? Est-ce que les tests génétiques seront obligatoires? Est-ce que la divulgation de l'information pourra causer du tort à l'individu?
- Est-ce que les individus qui continuent de boire de l'alcool ou de fumer, après que leur médecin les ait avertis du danger pour la santé, devraient être considérés comme des candidats aux transplantations du cœur ou du foie?
- Est-ce que les lois qui régissent les émissions de bioxyde de soufre et d'oxyde nitreux devraient être plus strictes? Quelles sont les normes d'émission acceptables?

5. Recherche sur un sujet ou enquête sur les ouvertures professionnelles

Une série de questions qui demandent diverses formes de recherche en bibliothèque peut servir à orienter les élèves durant l'activité. On peut utiliser à la fois les techniques d'apprentissage individuel et coopératif. L'enquête développe les habiletés d'apprentissage permanent. Des sujets de recherche types sont offerts ci-dessous.

- Faire un rapport sur la faisabilité d'une machine à mouvement perpétuel.
- Commenter l'utilité des batteries solaires.
- Faire des recherches sur une profession en technologie de laboratoire médical. Où travaillent ces personnes? Quels sont les débouchés? Quels diplômes demande-t-on? Quelle est la formation académique?

CONTEXTES D'APPRENTISSAGE

On trouve trois contextes d'apprentissage dans les programmes de sciences en Alberta, soit : la nature des sciences, les sciences et la technologie et les controverses sociales issues des sciences. La nature des sciences englobe l'assise des connaissances dans les sciences naturelles et le développement d'une compréhension de la façon dont la science tente d'expliquer le monde naturel. La deuxième composante cherche à développer une compréhension du

rapport entre les sciences et la technologie. Les connaissances scientifiques servent à expliquer les inventions technologiques. La technologie est présentée comme un moyen de résoudre les problèmes pratiques, moyen qui inclut à la fois les techniques et les produits. La troisième composante, le rôle des sciences et de la technologie dans les questions sociales, tente d'établir une compréhension des répercussions de la société sur les sciences et la technologie et, inversement, des répercussions des sciences et de la technologie sur la société.

Nature de la science

La nature de la science se rapporte à la façon dont s'édifient les connaissances scientifiques. Le développement des habiletés de traitement de l'information, comme la formation d'hypothèses, la conception d'une expérience, l'organisation des données, l'interprétation des données et la formation de conclusions, englobe un aspect de la nature de la science. L'utilisation de principes scientifiques, la formulation de théories scientifiques, la modification des théories et les limites de la connaissance scientifique se retrouvent aussi sous le chapiteau de la nature de la science. Il faudrait présenter les connaissances scientifiques comme provisoires et en évolution constante plutôt que comme des vérités irréfutables.

Il faudrait présenter les connaissances scientifiques comme provisoires et en évolution constante plutôt que comme des vérités irréfutables.

Nature de la science - Leçon type nº 1 : Un événement contradictoire

Durée

Il faudra environ 40 minutes pour exécuter le procédé; mais il faudrait allouer plus de temps pour terminer la rédaction.

Connaissances préalables

Les élèves pourront :
- définir l'énergie cinétique et l'énergie potentielle;
- expliquer la façon dont l'énergie peut changer de forme.

Place dans le programme

Sciences 10, Module 4 : L'énergie et les transformations

Motivation et présentation

L'enseignant présente le problème suivant :

Les choses ne sont pas toujours ce qu'elles semblent être. L'expérience suivante est conçue pour vous faire penser. Tous les énoncés sont vrais mais il y en a un ou plus qui semblent être contredits par l'expérience.

- La première loi de Newton concernant le mouvement déclare que les objets continueront à rester au repos ou en mouvement tant qu'une force non équilibrée n'agira pas sur eux.
- L'inertie est la tendance qu'a un objet de continuer à faire ce qu'il fait.
- La deuxième loi de Newton concernant le mouvement déclare que si une force non équilibrée est appliquée à un objet, ce dernier accélérera à une vitesse qui varie avec la masse de l'objet.
- Le poids est la mesure de la force de gravitation que la Terre exerce sur un objet.
- Du travail est produit si l'on exerce une force sur un corps, sur une certaine distance. Le corps doit se déplacer dans la direction où la force est appliquée.

Activités pédagogiques

Activités de l'enseignant	Activités de l'élève
• L'enseignant divise les élèves en groupes et donne le travail à faire en laboratoire. (Cette activité est conçue comme une activité dirigée par l'enseignant. En ôtant les indices, comme l'utilisation d'une règle pour mesurer la hauteur du cône, cette activité peut en devenir une où l'enseignant agit comme facilitateur.)	• Les élèves exécutent le travail de laboratoire et commencent à rédiger un rapport d'observation.

Objectif

Expliquer un événement contradictoire.

Matériel

2 bocaux avec un couvercle hermétique
Une rampe assez large
Des livres pour soutenir la rampe
Un mètre à ruban
De l'eau

Procédé

1. Empiler des livres sur le plancher et y placer une extrémité de la rampe.

2. Remplir un bocal hermétique avec de l'eau jusqu'à environ la moitié de sa capacité. Laisser l'autre bocal vide.

Diagramme à être ajouté

3. Placer les bocaux en haut de la rampe et les lâcher pour qu'ils roulent ensemble vers le bas.

Observation

Bocal hermétique	Vitesse	Distance (m)
Vide	Roule moins vite	Roule plus loin
Avec de l'eau	Roule plus vite	Ne roule pas loin

Questions

1. Quel bocal a la plus grande énergie potentielle en haut de la rampe? Expliquez la réponse.

   2 points : Le bocal qui contient l'eau a la plus grande énergie potentielle. C'est lui qui prend le plus d'énergie à mettre en haut de la rampe car il a la plus grande masse.

2. Pourquoi est-ce que le bocal vide roule plus loin?

   2 points : La friction entre l'eau et le pot de verre ralentit le pot. Même si le bocal est en mouvement, l'eau reste au fond. Une nouvelle partie du cylindre de verre entre en contact avec l'eau à mesure que le bocal tourne. Le contact cause de la friction. La friction consomme de l'énergie; alors le bocal n'ira pas aussi loin.

3. Prédisez ce qui arriverait si au lieu d'être rempli d'eau à moitié, le bocal était complètement rempli. Vérifiez votre hypothèse.

   1 point : Toute prédiction est juste jusqu'à ce qu'elle soit soumise à un test.

4. Expliquez ce que vous avez observé pour le bocal rempli d'eau.

   3 points : Quand il était complètement rempli d'eau, le bocal allait plus loin. L'eau se déplaçait avec le bocal. Parce que l'eau remplissait complètement le bocal, elle agissait comme un objet unique et solide. La friction diminuait parce que l'eau se déplaçait en même temps que le verre. Le verre avait aussi une masse plus élevée et donc une énergie potentielle plus élevée. Cette énergie potentielle plus élevée était transférée au bocal comme de l'énergie cinétique. C'est elle qui faisait que le bocal se déplaçait plus vite. Il a fallu plus d'énergie pour mettre le bocal sur la rampe et une plus grande production d'énergie a fait que le verre s'est déplacé plus loin.

Lien entre la nature des sciences et la technologie

L'enquête fournit certaines des connaissances scientifiques nécessaires à l'élève pour qu'il comprenne comment l'énergie potentielle peut être utilisée par les machines pour produire du travail. On peut étudier l'importance de mesurer l'énergie et la détermination de l'efficacité des conversions de l'énergie à l'aide de technologies diverses. Certains élèves voudront savoir pourquoi les bocaux se sont déplacés à des vitesses différentes. Même la sorte de liquide mis dans les bocaux a une influence sur la vitesse; mais ces explications requièrent des connaissances plus approfondies en physique. Il faut étudier les changements de vitesse en tenant compte de la position de la masse plutôt que de la quantité de masse. Cette enquête offre un exemple de la formation des hypothèses et de la vérification de celles-ci.

Lien entre la nature de la science et les questions sociales

L'enquête offre un tremplin pour lancer la discussion sur divers sujets qui traitent de la conservation de l'énergie. On peut, par exemple, étudier la conversion de l'énergie chimique par les automobiles en ayant en tête la conservation de l'énergie. On peut étudier l'importance de conduire une voiture avec une forte accélération à la lumière de l'efficacité de la conversion de l'énergie et de la conservation de l'énergie.

Évaluation

- On insiste dans cette tâche sur les habiletés de pensée critique. On doit donner aux élèves le temps de faire une synthèse de l'information et d'appliquer cette dernière.

- On peut noter les réponses dans cette section de diverses façons. Une note partielle devrait être donnée aux réponses originales, même si la réponse n'est pas tout à fait juste. La réponse doit démontrer une progression logique de la pensée scientifique. Les réponses aux questions contiennent des suggestions pour les notes à accorder.

Nature de la science - Leçon type nº 2 : Contrôle de la qualité de l'eau (L'enseignant agit comme facilitateur.)

Durée

Consacrer une classe complète pour faire un remue-méninges sur les expériences en laboratoire.
Il faut allouer un jour complet pour la collecte des données.

Connaissances préalables

Les élèves pourront :
- expliquer pourquoi les usines de traitement des eaux usées sont importantes;
- identifier et décrire les problèmes associés à la pollution de l'eau;
- expliquer pourquoi le relevé de la DBO (demande biologique en oxygène) est un indicateur de la qualité de l'eau;
- expliquer et démontrer comment les changements dans l'acidité peuvent être détectés à l'aide d'indicateurs de pH.

Place dans le programme

Sciences 30, Module 2 : La chimie dans l'environnement

Motivation et cadre de l'apprentissage

L'enseignant met en question l'efficacité d'une usine de traitement des eaux usées dans la ville ou la municipalité. Il demande aux élèves de faire un remue-méninges sur l'importance d'une usine de traitement des eaux usées qui fonctionne bien. Toutes les questions sont écrites au tableau.

Activités pédagogiques

Activités de l'enseignant	Activités de l'élève
• L'enseignant divise les élèves en groupes et explique comment les éprouvettes de bactéries coliformes permettent de mesurer le niveau de bactéries d'origine fécale présentes dans l'eau. L'enseignant donne le travail à faire en laboratoire.	• Les élèves identifient le problème et posent les questions suivantes : 1. Qu'est-ce que je sais déjà sur le sujet? 2. Qu'est-ce que je veux apprendre sur le sujet? 3. Par où est-ce que je commence?
• L'enseignant, en tant que facilitateur, cherche à aider les groupes à en arriver à une conception expérimentale.	• Les élèves font la recherche et commencent l'activité en laboratoire durant la classe suivante.
• L'enseignant recueille l'information provenant de différents groupes concernant d'éventuels sites de prélèvement.	• La classe choisit le site pour la sortie durant laquelle seront prélevés les échantillons d'eau.

Objectif

Déterminer l'impact environnemental du traitement des eaux usées sur les ressources en eau de votre communauté.

Information fondamentale

L'éprouvette de culture de coliformes contient du lactose et un indicateur de pH. Le lactose va agir comme support pour la croissance des bactéries d'origine fécale, si celles-ci sont présentes. En oxydant le sucre, les bactéries produisent du gaz carbonique qui forme de l'acide carbonique lorsqu'il se combine avec de l'eau. L'acide carbonique rend la solution acide et l'indicateur passe de violet à jaune.

Matériel

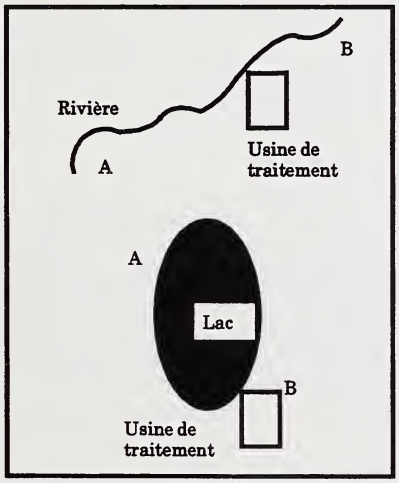
Une carte de la ville ou de la municipalité
Des éprouvettes pour la culture des bactéries coliformes
2 compte-gouttes

Procédé

1. Trouvez l'endroit où se trouve l'usine de traitement des eaux usées dans votre région. Choisissez un site de prélèvement sécuritaire en amont de l'usine de traitement des eaux usées et un autre en aval.

   Dessinez une carte montrant l'emplacement de l'usine de traitement des eaux usées et des sites de prélèvement. Voir le modèle ci-dessous.

   2 points : Les réponses vont varier. Donnez une note pour la remise de la carte et une pour l'emplacement correct des sites de prélèvement.



   Si l'usine de traitement des eaux usées dans votre communauté déverse des eaux traitées dans un lac, choisissez un site qui est près de l'usine de traitement et un autre qui est le plus loin possible de l'usine.

2. Avec un compte-gouttes, ajoutez 20 mL d'eau prélevée sur le site A à l'une des éprouvettes de culture de bactéries coliformes. Fermez l'éprouvette et collez-y une étiquette sur laquelle vous inscrivez le site de prélèvement, l'heure et la date du test. Placez l'éprouvette dans un endroit tempéré.

   Attention : N'ouvrez pas les éprouvettes après les avoir remplies avec les échantillons d'eau.

3. Recommencez le procédé pour l'emplacement B. Souvenez-vous de coller une étiquette sur l'éprouvette en y inscrivant l'heure, la date et le site de prélèvement.

4. Observez les éprouvettes de culture 24 heures après avoir recueilli les échantillons. Un changement de couleur de violet à jaune durant les premières 24 heures indique que l'eau est impropre à la baignade.

5. Vérifiez vos échantillons une fois par jour au cours des trois jours qui suivent et prenez note de tout changement de couleur.

   Préparez un tableau de données où vous inscrirez vos résultats.

   Attention : Remettez les éprouvettes contenant les cultures à votre enseignant. Avant d'être jetées, ces éprouvettes doivent être passées à l'autoclave pour que tous les microbes soient détruits.

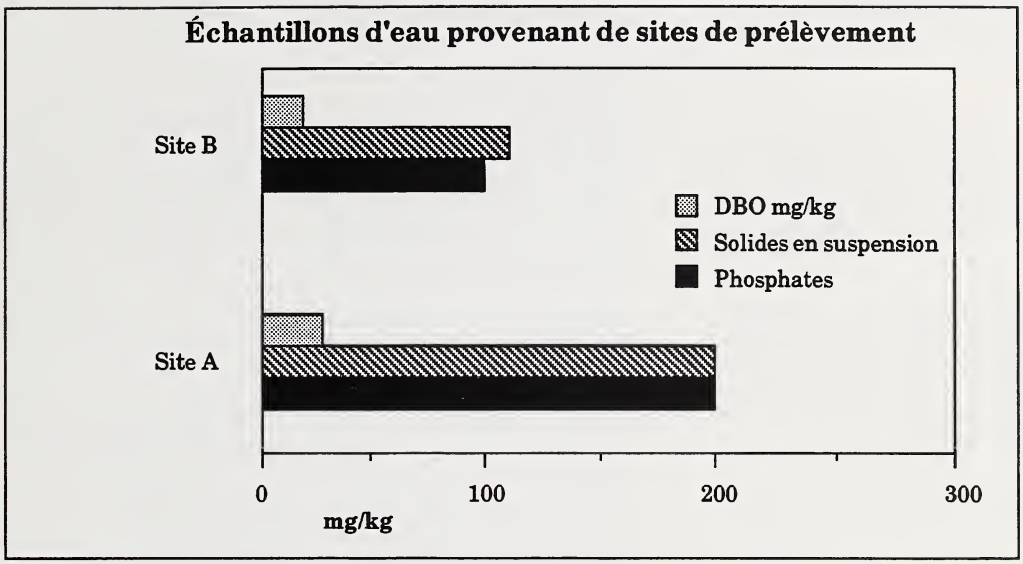
Les réponses vont varier.

Questions

1. Quel est l'échantillon qui avait le plus de bactéries? Comment en êtes-vous arrivés à votre conclusion? 1 point : Les réponses vont varier. L'élève devrait choisir l'échantillon qui devient jaune plus vite. Vérifiez les prédictions avec les données.

2. Si l'échantillon qui est le plus près de l'usine de traitement des eaux usées (dans le cas du lac), ou si celui qui est en aval de l'usine (dans le cas de la rivière), avait le plus grand nombre de microbes, est-ce que cela voudrait dire qu'il faut incriminer l'usine de traitement des eaux usées? Donnez vos raisons. 2 points : Réponse : Non, d'autres facteurs pourraient être identifiés. Donnez un point pour un autre facteur, ex. : des écoulements dus au bétail, ou bien voir la page sur les polluants souterrains.

3. Les données fournies ci-dessous proviennent de deux sites différents. Servez-vous des données fournies pour déterminer si l'usine de traitement fait ou non son travail. L'échantillon A a été prélevé en aval de l'usine de traitement. L'échantillon B a été prélevé en amont de l'usine de traitement.



3 points : Il semble que l'usine de traitement ne fait pas bien son travail. La faible DBO indique que le niveau de bactéries est élevé; un grand nombre d'éléments nutritifs organiques restent donc dans l'effluent. Le niveau de phosphates plus élevé que la normale révèle que les phosphates n'ont pas été éliminés au cours du traitement tertiaire. Le total des solides en suspension est aussi plus élevé que dans l'échantillon prélevé avant traitement, ce qui révèle que la décantation et la filtration des eaux usées ont été insuffisantes.

4. Quels sont les problèmes que les grosses pluies créent pour les usines de traitement des eaux usées?

   2 points : Une grosse pluie va remplir les bassins ou réservoirs de décantation et causer des écoulements d'eaux usées.

5. Beaucoup d'usines de traitement des eaux usées ne sont pas capables d'éliminer les métaux lourds de l'eau. Indiquez quels sont les problèmes que pose la persistance des métaux lourds dans l'effluent après le traitement.

   2 points : Les métaux lourds sont des poisons. Ils s'accumulent dans les tissus du corps humain.

Lien entre la nature des sciences et la technologie

L'enquête est centrée d'abord sur la nature des sciences, ce qui permet aux élèves de recueillir, d'organiser et d'interpréter des données. L'enquête s'attarde ensuite à l'évaluation de la technologie du traitement des eaux usées. Comme certaines usines de traitement des eaux usées en Alberta n'emploient pas les processus de traitement tertiaire, l'enquête amène les élèves à examiner l'efficacité de différents processus de traitement.

L'enquête offre un tremplin pour la discussion de diverses questions portant sur l'environnement et la santé, associées au traitement des eaux usées.

Lien entre la nature de la science et les questions sociales

L'enquête offre un tremplin pour la discussion de diverses questions portant sur l'environnement et la santé, associées au traitement des eaux usées. L'importance d'un traitement adéquat peut amener les élèves à évaluer les priorités établies par les autorités gouvernementales, tout en favorisant une appréciation de la diversité des opinions exprimées par les divers groupes d'intérêt.

Évaluation

- On insiste dans cette tâche sur les habiletés de pensée critique. On doit donner aux élèves le temps de faire une synthèse de l'information et d'appliquer cette dernière.
- Les réponses dans cette section peuvent être formulées de diverses façons. Une note partielle devrait être donnée aux réponses originales, même si la réponse n'est pas tout à fait juste. La réponse doit démontrer une progression logique de la pensée scientifique. Les réponses aux questions contiennent des suggestions pour les notes.

1. On peut se procurer les éprouvettes pour les cultures de bactéries coliformes à un coût relativement modique auprès des maisons de fournitures biologiques.

2. Il faut bien mentionner aux élèves d'utiliser un nouveau compte-gouttes pour chaque échantillon prélevé. Les compte-gouttes devraient, idéalement, être stérilisés avant d'être utilisés, mais aux fins de ce laboratoire, un bon lavage suffira.

3. Il faut avertir les élèves de ne jamais ouvrir les éprouvettes contenant les cultures, après y avoir ajouté les échantillons d'eau.

4. Les éprouvettes renfermant les cultures et la solution nutritive devraient être mises dans un autoclave et chauffées à 120 °C pendant 20 minutes avant d'être mises à la poubelle.

Cette leçon porte initialement sur la technologie. On présente celle-ci comme un moyen permettant de résoudre des problèmes pratiques, en faisant appel à la fois à des techniques et à des objets fabriqués. On emploie des stratégies de résolution de problèmes technologiques. Les élèves découvrent souvent que des connaissances scientifiques sont nécessaires à la résolution de problèmes technologiques. Dans l'activité type donnée ci-dessous, le fait de connaître la distillation permet à l'élève de comprendre le fonctionnement d'un alambic solaire.

Les élèves découvrent souvent que des connaissances scientifiques sont nécessaires à la résolution de problèmes technologiques.

Sciences et technologie - Leçon type : Utilisation du soleil pour séparer le sel de l'eau

Durée

Il faut environ 10 minutes pour terminer la séance de remue-méninges durant la motivation et la présentation, et 20 minutes pour construire l'équipement expérimental. En laissant l'alambic solaire installé une journée complète, on obtient des résultats spectaculaires.

Connaissances préalables

Les élèves pourront :
- Décrire comment l'énergie provient du Soleil.
- Expliquer comment l'énergie solaire peut être utilisée par des appareils technologiques pour produire du travail.

Conformité au programme

Motivation et préparation

Activités de l'enseignant	Activités de l'élève
• Organisation des élèves en petits groupes pour le remue-méninges. En général six élèves par groupe de remue-méninges. On demande aux élèves d'énumérer divers appareils technologiques qui utilisent l'énergie hélioélectrique.	• Nomination d'un rapporteur pour le groupe. Les élèves énumèrent divers appareils et en écrivent le nom au tableau.

Activités pédagogiques

Activités de l'enseignant	Activités de l'élève
• L'enseignant demande aux groupes de remue-méninges de former des groupes de laboratoire. En général, trois élèves par groupe de laboratoire.	• Les élèves lisent l'information préalable (voir p. 17) et commencent le laboratoire. Les résultats sont recueillis 24 heures plus tard.
• À la fin du laboratoire, l'enseignant fait un résumé des applications et encourage la discussion parmi les élèves.	• Les élèves se penchent sur l'utilité de l'alambic en cas de survie.
• Facultatif : Si l'enseignant désire présenter l'activité sous un format moins structuré, il peut donner aux élèves le plan initial de l'alambic solaire et leur demander d'y apporter des améliorations.	• Facultatif : Les élèves font leur propre plan pour l'alambic solaire et ils le construisent. Les élèves font un plan pour l'évaluation des alambics. L'évaluation peut être fondée sur la quantité et la pureté de l'eau recueillie.
• Facultatif : L'enseignant, en tant que chercheur, travaille en collaboration avec les élèves.	• Facultatif : On encourage les élèves à faire une critique mutuelle de leurs appareils.

Objectifs

Séparer l'eau du sel dans un alambic solaire.

Connaissances préalables

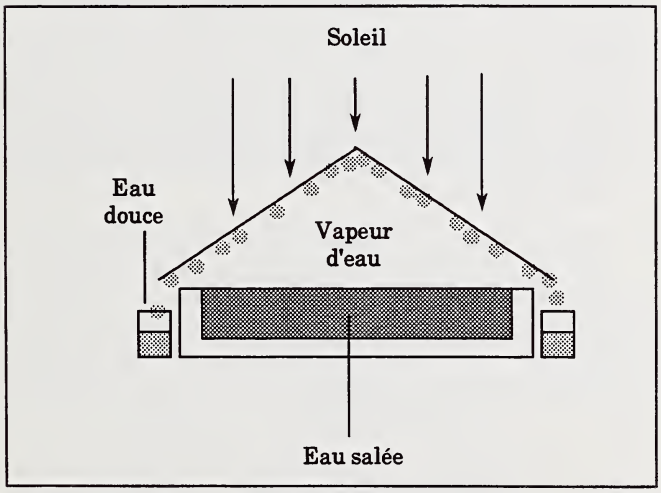
Environ 70 pour cent de la surface de notre planète est constituée d'eau. Cependant, la vaste majorité de l'eau sur la Terre est impropre à la consommation. Elle est contaminée soit par des polluants, soit par du sel. Les ressources de la planète en eau douce sont en baisse. Les océans du monde renferment une grande quantité d'eau qui pourrait être utilisée pour l'irrigation, pour le fonctionnement d'usines et même pour la consommation si on pouvait en retirer suffisamment de sel.

On sait comment enlever le sel. Quand l'eau salée bout, l'eau s'évapore, ne laissant que le sel. Ce processus, qu'on appelle distillation, permet d'enlever le sel de l'eau. L'eau se transforme de gaz en liquide à 100 °C, mais le sel reste en tant que solide. L'eau et le sel sont séparés parce qu'ils ont tous deux des points d'ébullition différents. Si la vapeur d'eau se refroidit, elle retourne à une forme liquide, et si le refroidissement a lieu dans une chambre séparée, l'eau restera douce.

La distillation est un processus grâce auquel des impuretés peuvent être séparées par la chaleur. La séparation existe en raison des différences entre le point d'ébullition des diverses matières.

En dépit du fait que la technique est bien connue, les alambics solaires ne sont pas courants. Pour amener de grandes quantités d'eau à 100 °C, il faut ajouter une grande quantité d'énergie. Les procédés de distillation conventionnels qui utilisent des combustibles fossiles ou du bois deviennent une technologie très coûteuse lorsqu'ils sont utilisés pour chauffer de grandes quantités d'eau.

L'énergie solaire, cependant, rend la technologie rentable. On ne paye rien pour l'énergie qui vient du Soleil. Le principe à la base de la distillation solaire est bien simple. On recueille de grandes quantités d'eau dans des tranchées ou des réservoirs peu profonds, que l'on recouvre de panneaux de verre ou de plastique. À mesure que la chaleur du Soleil est absorbée par le fond du réservoir, la température de l'eau s'élève. À un certain moment, l'eau subit un changement de phase et se transforme en gaz. La vapeur d'eau, étant plus légère que l'eau, se déplace verticalement et entre en contact avec la couverture de verre qui est plus froide que le liquide chauffé. Le verre plus froid fait que la vapeur d'eau se condense (retourne à l'état liquide). L'eau qui s'est condensée sur les parois du verre peut alors être recueillie.



Le diagramme ci-dessus montre un alambic solaire. L'énergie provenant du Soleil pénètre dans la pyramide de verre et entre en contact avec l'eau salée du réservoir. Une partie de l'énergie solaire est absorbée et le reste est reflété vers les parois de verre. Mais cette énergie n'est pas perdue. Rappelez-vous de l'effet de serre. Les longueurs d'ondes ultraviolettes qui sont reflétées sont bloquées par le verre. Cela entraîne une hausse de la température de l'air et de l'eau.

La vapeur d'eau se condense à mesure qu'elle s'éloigne du liquide chauffé. Le dessin montre le liquide condensé coulant sur les parois de verre pour s'accumuler dans un récipient.

Le premier grand alambic solaire dans le monde a été construit dans le désert chilien en 1874. Il fournissait de l'eau pour les gens et les ânes qui travaillaient dans la mine de potasse de Las Salinas, où la seule eau disponible était trop salée pour la consommation. L'alambic couvrait une superficie de 4 608 m^2 et produisait 22 800 L d'eau potable par jour. On a démonté l'alambic solaire en 1914, quand on a amené de l'eau douce dans la région par canalisation.

Des alambics solaires fonctionnent aujourd'hui, surtout sous les climats ensoleillés et secs de la planète. L'Australie et Israël sont réputés dans le monde pour leurs projets d'envergure.

Matériel

Un grand bol à mélanger
Un élastique
Du sel et de l'eau
Une pellicule de plastique
Un petit caillou
Une tasse pour boire

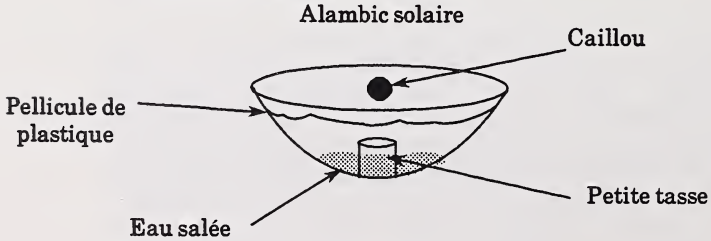
Procédé

1. Poser une tasse dans un grand bol à mélanger. Remplir le bol à mélanger d'eau jusqu'à environ la moitié de la hauteur de la tasse. Faire bien attention que l'eau ne passe pas dans la tasse.

2. Mélanger une petite quantité de sel à l'eau qui se trouve dans le bol à mélanger. Goûter l'eau. Si elle n'a pas un goût salé, ajouter plus de sel.

3. Couvrir le bol avec la pellicule de plastique qu'on garde en place à l'aide de l'élastique.

Alambic solaire



4. Placer un petit caillou sur la pellicule de plastique et mettre l'alambic au soleil. Ne pas laisser la feuille de

plastique entrer en contact avec la tasse. (Si elle le fait, bien tendre la feuille de plastique et choisir un caillou moins lourd.) Mettre l'alambic près d'une fenêtre et recueillir les données 24 heures plus tard.

Quelle fonction le caillou a-t-il remplie?

5. Voir s'il y a de l'eau dans la petite tasse.

   Comment l'eau s'est-elle retrouvée dans la petite tasse?

6. Goûter l'eau de la petite tasse.

   Est-ce que l'eau est salée?

Résumé donné par l'enseignant

Dans le désert, il y a peu d'eau disponible, mais tous les endroits où il pousse des plantes doivent avoir de l'eau. Les racines du cactus s'enfoncent très loin au-dessous de la surface pour aller chercher l'eau de la nappe phréatique.

En creusant un grand trou et en le recouvrant d'une pellicule de plastique, vous pouvez recueillir un peu d'eau dans une tasse placée au centre du trou. Il faut mettre un caillou sur la feuille de plastique pour que l'eau qui se forme sur le plastique soit dirigée vers la tasse. Une compagnie vend une trousse de survie solaire qui contient une pelle, une feuille de plastique, une tasse de plastique, des piquets et un livret de mode d'emploi.

Lien entre la technologie et la nature des sciences

L'enquête est centrée d'abord sur la technologie, ce qui fournit aux élèves l'occasion de construire un appareil technologique. Les habiletés de traitement de l'information scientifique sont rapidement intégrées dans l'activité, lorsque les élèves recueillent, organisent et interprètent les données dans le but d'évaluer leur appareil technologique. Une compréhension de la conversion de l'énergie, des forces intermoléculaires et du rayonnement fournit une base pour comprendre la technologie.

Lien entre la technologie et les questions sociales

L'enquête offre un tremplin pour la discussion de diverses questions portant sur l'environnement et la santé, associées à la faisabilité d'utiliser l'énergie solaire comme source d'énergie de remplacement non polluante. On peut aussi aborder, à partir de cette discussion, l'importance du maintien d'un approvisionnement adéquat en eau douce.

Évaluation

- On insiste dans cette tâche sur les habiletés de résolution de problèmes. On encourage les élèves à essayer divers types de bols avec différentes couvertures (comme de la feuille d'aluminium) pour améliorer l'alambic.

- Dans cette section, les réponses peuvent être formulées de diverses façons. Une note partielle devrait être donnée aux réponses originales, même si la réponse n'est pas tout à fait juste. La réponse doit démontrer une progression logique de la pensée scientifique. Les réponses aux questions contiennent des suggestions pour les notes à accorder.

Questions sociales dans les sciences et la technologie

Leçon type : Est-ce qu'on devrait construire le barrage sur la rivière Oldman?

Durée

Accorder aux élèves au moins une heure pour recueillir et examiner la documentation servant à la recherche. Une autre heure devrait être réservée au débat.

Connaissances préalables

Les élèves pourront :

- Décrire la façon dont le relief évolue (glaciation, érosion éolienne ou fluviale, tremblements de terre, activité volcanique, etc.).

Conformité au programme

Sciences 30, Module 4 - L'énergie et l'environnement

Motivation et préparation

Activités de l'enseignant	Activités de l'élève
• L'enseignant demande aux élèves de se mettre en petits groupes d'environ six pour un remue-méninges. L'enseignant montre aux élèves l'image d'un castor et leur demande d'énumérer certaines façons grâce auxquelles le castor va changer l'environnement.	• Les élèves énumèrent les diverses façons grâce auxquelles le castor modifie l'environnement.

Motivation et préparation (suite)

Activités de l'enseignant	Activités de l'élève
• Écrire au tableau la liste des retombées sur l'environnement. On encourage les élèves à identifier chaque retombée comme positive ou négative. Ne pas définir pour les élèves la signification de ces adjectifs.	• Les élèves font leurs listes et donnent les raisons.

Activités pédagogiques

Activités de l'enseignant	Activités de l'élève
• L'enseignant dirige les élèves vers l'historique de la construction du barrage sur la rivière Oldman.	• Les élèves choisissent la documentation dont ils veulent se servir pour se préparer au débat. Voir «Connaissances préalables».
• Cette tâche peut être effectuée soit sous forme de débat, soit sous forme d'exposé de principes. Les pour et les contre doivent être un point de départ et non constituer des arguments en bonne et due forme. Même si les deux côtés du conflit présentent des arguments rationnels, chaque groupe travaille à partir d'un ensemble de priorités différent. Les deux groupes ont ce qu'on appelle des «visions du monde» différentes. Les positions «pour» et «contre» doivent agir comme des tremplins pour faire démarrer la discussion. Il y a bien d'autres questions qui se dissimulent sous ces points et bien d'autres qui restent à présenter.	• On donne aux élèves l'occasion de choisir entre le débat et l'exposé de principes. Les élèves qui pensent que le projet de barrage sur la Oldman devrait être poursuivi s'inscrivent du côté «pour». Ceux qui s'y opposent s'inscrivent du côté «contre». Les élèves choisissent un président et organisent les arguments pour le débat.
• L'évaluation sera déterminée par la façon dont l'argument aura été présenté et par l'approfondissement de la recherche.	• Les élèves donnent une évaluation pour le débat.

(Pour plus de directives sur l'organisation du débat, voir dans ce guide la section sur les questions controversées.)

Objectif

Partager les points de vue sur les retombées environnementales, sociales et économiques qu'aura le barrage de la Oldman sur les communautés du sud-est de l'Alberta.

Connaissances préalables

On donne ci-dessous des suggestions de références.

- Audiences publiques sur la gestion des ressources en eau dans le bassin de la Oldman. Environment Council of Alberta, 2100 College Plaza, 8215-112e Rue, Tour 3, Edmonton (Alberta), T6G 2M4.
- *Monographie sur la planification de l'aménagement des bassins*, Environnement Canada, Ottawa (Ontario).
- Regarder la vidéocassette de TV Ontario *H_2Overview*, BPN 230004. La bande vidéo adopte un regard futuriste sur les ressources en eau douce de l'Amérique du Nord. Le programme se penche sur les risques que représente pour la santé l'eau polluée des Grands Lacs.
- Regarder la vidéocassette *Water in Alberta: The Living Flow* BPN 272701 et BPN272702. La bande vidéo a été créée par le ministère de l'Environnement de l'Alberta en collaboration avec le réseau ACCESS. Le premier programme, «Interconnexions» montre l'état des ressources en eau en Alberta, tandis que le second programme, «Complexities», offre un panorama de la gestion de l'eau en Alberta.

Le débat

Énoncé de la controverse : Cela vaut la peine de construire un barrage sur la rivière Oldman.

POUR	CONTRE
1. La rivière Oldman va aider les agriculteurs dans l'un des coins les plus arides de la province. On a calculé que le réservoir d'eau qui sera créé par le barrage irriguera de 40 000 à 80 000 hectares de terres agricoles. Le projet créera aussi un grand nombre d'emplois.	1. Les affaires vont augmenter pendant la construction du barrage, mais elles baisseront vite après l'achèvement du projet. La flambée risque en fait de causer du tort au secteur économique car elle sera suivie d'une chute à pic. L'entretien du barrage placera aussi un fardeau supplémentaire sur les épaules des contribuables. Les barrages coûtent cher.
2. Un petit nombre de plantes qui poussent à l'état sauvage sera détruit à mesure que le réservoir se remplira, mais la perte sera infime comparée aux bénéfices pour l'agriculture de la province. La disparition des fermes due à l'inondation sera plus que compensée par l'augmentation de la production dans les autres fermes qui auront une source d'eau fiable pour l'irrigation.	2. Le barrage inondera environ 2 500 hectares d'excellentes terres agricoles. L'inondation détruira aussi des aires de reproduction pour la faune. Le faucon pèlerin et le faucon émerillon nichent tous deux dans la région et sont sur la liste des espèces en voie de disparition.

Le 9 août 1990, le gouvernement de l'Alberta a décidé de construire le barrage à l'endroit appelé «Three Rivers» sur la rivière Oldman. Est-ce que, selon vous, le barrage devrait être construit?

Lien entre les questions sociales et la nature de la science

Bien que l'étude se concentre initialement sur une question sociale, les élèves en viendront vite à réaliser que les connaissances scientifiques (soit la compréhension de la topographie et de la succession écologique) sont la clé de la compréhension de la question sociale. Cette dernière offrira soit une application directe de l'information apprise préalablement, soit un contexte au sein duquel l'apprentissage et la révision acquerront un sens sur le plan personnel. Durant cette étude, la façon dont les données scientifiques sont recueillies et la façon dont elle sont interprétées sont remises en question. Ce qui est encore plus important, c'est que les limites de la science deviennent un peu plus nettes durant la discussion de la question controversée.

Lien entre les questions sociales et les sciences et la technologie

Bien que l'étude se concentre initialement sur une question sociale, les élèves en viendront vite à réaliser que les questions sociales nécessitent que l'on comprenne leurs diverses solutions technologiques.

Évaluation

Énoncé de principe

Des points sont accordés, en considérant trois catégories. Un maximum de 5 points peut être donné dans chaque catégorie. Un 1 indique un effort minimal, tandis qu'un 3 correspond à un effort moyen et un 5 à un effort exceptionnel.

Système de notation

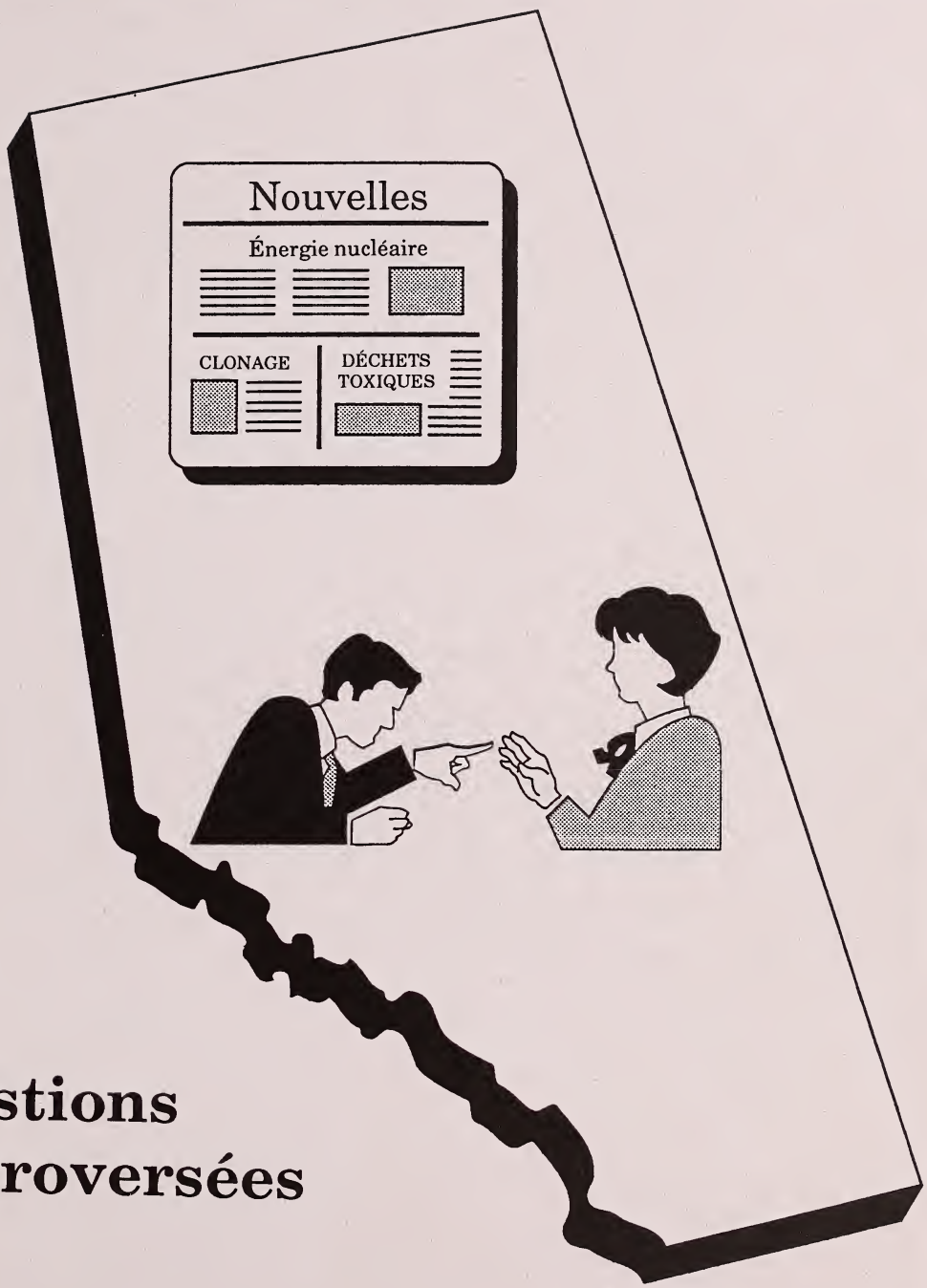
Catégorie	1	2	3	4	5
1. Recherche, contenu					
2. Qualité de la formulation, grammaire, orthographe, utilisation du vocabulaire					
3. Organisation					

Débat

Des points sont accordés, en considérant trois catégories. Un maximum de 5 points peut être donné dans chaque catégorie. Un 1 indique un effort minimal, tandis qu'un 3 correspond à un effort moyen et un 5 à un effort exceptionnel.

Système de notation

Catégorie	1	2	3	4	5
1. Recherche, démontre qu'il a fait des lectures supplémentaires					
2. Qualité de la formulation, grammaire, utilisation du vocabulaire, logique, arguments à l'appui					
3. Progression de l'argument, manifeste de la bonne volonté pour écouter le point de vue des autres, examine les points de vue de rechange et y apporte une réponse (note de groupe)					



Questions controversées

La Politique du ministère de l'Éducation de l'Alberta sur les questions controversées (1991) paraît à l'Annexe A.

AVANTAGES DES QUESTIONS CONTROVERSÉES DANS LA CLASSE

L'application des sciences par le biais de la technologie peut soulever des questions controversées. La controverse naît lorsque des groupes ayant des visions du monde antagonistes tirent des conclusions divergentes des retombées des sciences et de la technologie sur la société.

Une approche qui se sert des questions controversées permet aux élèves de faire le lien entre ce qu'ils ont appris dans la classe de sciences et la façon dont ils font l'expérience de la science dans leur vie quotidienne. La recherche indique que la discussion de questions controversées est déjà utilisée pour motiver les élèves dans les tâches de lecture et de recherche associées à ces questions. La discussion est aussi une avenue permettant d'améliorer toute une gamme d'habiletés intellectuelles. Les habiletés de résolution de conflits garantissent que les élèves apprennent à penser de façon critique, à raisonner, à argumenter de façon logique, à imaginer des réponses qui sont appuyées par des preuves, et à réfléchir sur leur pensée même. Le développement des habiletés de résolution de conflits coïncide avec le développement des attitudes nécessaires aux élèves pour qu'ils puissent élargir et raffiner leurs perspectives et leurs valeurs personnelles. Des techniques de résolution en groupes encouragent les élèves à s'écouter mutuellement et à reconnaître la différence entre le rejet d'une idée et le rejet d'une personne. Les élèves ont aussi l'occasion de mieux se connaître personnellement et réciproquement lorsqu'ils cherchent à résoudre les conflits de valeurs qui sont au sein des controverses.

Des techniques de résolution en groupes encouragent les élèves à s'écouter mutuellement et à reconnaître la différence entre le rejet d'une idée et le rejet d'une personne.

Quelles questions controversées devraient être utilisées dans la classe?

Bien qu'il n'existe pas de réponse unique à ce dilemme éventuel, les points suivants peuvent servir d'orientation :

- Tenez compte du niveau de maturité et du niveau intellectuel des élèves. Les paramètres d'une question peuvent être définis pour diriger la discussion sur le problème. Certaines questions peuvent ne pas être à la portée des plus jeunes élèves.

- Est-ce que les élèves considèrent la question comme importante?
- Est-ce que la question vient appuyer le programme? Les questions qui n'ont pas un rapport direct avec les connaissances présentées dans le cours de sciences désorienteront les élèves plutôt que de favoriser leurs apprentissages.
- Est-ce que la controverse en est une que l'on peut traiter durant le temps alloué? On peut éviter les survols simplistes des controverses en accordant suffisamment de temps pour la recherche et le remue-méninges.
- Est-il possible de faire une bonne recherche sur la controverse? Les élèves devraient être encouragés à aller au-delà de leurs réactions émotives.
- Est-ce que l'enseignant se sent à l'aise pour parler de cette question?
- Est-ce que la controverse va être en conflit avec les critères de la communauté ou ridiculiser un sous-groupe d'élèves en particulier?

Les questions controversées et la nature de la science

La plupart des recherches répondent à des questions tout en en soulevant d'autres. La recherche est rarement définitive.

Les élèves qui n'ont pas l'habitude de voir les sciences et la technologie depuis un contexte social peuvent ramener les controverses à «de la bonne science» par opposition à «de la mauvaise science». Pour ces élèves, la science offre des réponses catégoriques. Tout ce qui présente des contradictions est synonyme de «mauvaise science». La clé qui permet d'en arriver à comprendre pourquoi les savants, dans leur analyse des données scientifiques, arrivent de temps à autre à des conclusions différentes, réside dans la compréhension de la nature de la science. La science ne fournit pas des vérités absolues mais offre une approche permettant d'interpréter la nature. La plupart des recherches répondent à des questions tout en en soulevant d'autres. La recherche est rarement définitive. Par exemple, le débat récent entre les dentistes et certains toxicologues sur l'utilisation des plombages au mercure est né du fait que la recherche scientifique est incapable de donner toutes les réponses. La disparité d'opinions est illustrée par le débat type ci-dessous. Bien que la discussion initiale ait ses racines dans une application technologique, la discussion s'oriente vite vers la façon dont est menée la recherche scientifique.

- Comment est mesurée la toxicité?
- Est-ce que les normes, qui établissent le niveau acceptable de toxicité, garantissent que personne ne tombera jamais malade?
- Quel est le niveau de subjectivité des normes?

- Pourquoi les tests qui définissent les normes de mercure acceptables chez l'être humain ne sont pas faits sur des êtres humains?
- Comment les différences dans le pH de la salive, certains régimes et le fait de grincer des dents affectent le taux auquel le mercure est libéré des plombages?
- Combien de variables n'a-t-on pas contrôlé?

Controverse sociale reliée à la nature de la science : les plombages au mercure et la maladie du rein

Combien de fois avez-vous lu que quelque chose cause du tort? Des études comme celles sur le café présentent souvent des conclusions différentes. Avez-vous déjà ressenti de la frustration en cherchant à évaluer des interprétations divergentes présentées par deux groupes de spécialistes? La frustration qu'expriment la plupart des gens naît souvent d'une méprise quant à la façon de mener la recherche et de recueillir les données. Les sciences sont rarement aussi exactes que bien des gens voudraient le croire. Les réponses sont sujettes à une remise en question. Il se peut même que cette dernière ne soit pas dirigée sur la méthodologie de recherche, mais sur l'interprétation des données de recherche. Bien des expériences en sciences indiquent simplement qu'il faut approfondir la recherche. La controverse ci-dessous portant sur la recherche en est un exemple.

Des expériences faites par les Drs Murray Vimy et Fritz Lorscheider, chercheurs de la faculté de médecine de l'University of Calgary, signalent des problèmes reliés à l'utilisation des amalgames d'argent pour les dents. Des études faites sur des moutons indiquent que la moitié de leurs reins ont présenté un dysfonctionnement dans les 30 jours suivant la pose de plombages dans leurs gueules. Les résultats ont été publiés dans le journal prestigieux *The Physiologist* en août 1990, et ont été présentés devant la American Physiology Society en octobre 1990. Vimy, qui est un dentiste de Calgary, pense que les amalgames devraient être interdits. Les deux chercheurs croient que le mercure contenu dans l'amalgame passe dans le sang. On pense que le mercure affecte les reins.

Argument	Contre-argument
On a longtemps dit que l'utilisation du mercure pouvait causer des problèmes et pourtant les dentistes continuent de s'en servir dans les plombages.	Ce ne sont pas tous les chercheurs qui sont d'accord avec les interprétations des Drs Vimy et Lorscheider. Il faut se rappeler que leurs études n'ont pas été faites sur des êtres humains. Les plombages d'amalgame ont été utilisés sur des êtres humains durant de nombreuses années et la plupart de ces individus ont des reins qui fonctionnent normalement.
D'autres plombages sont possibles. Les dentistes peuvent utiliser de l'or, de la céramique et diverses résines au lieu de l'amalgame controversé. L'utilisation de l'amalgame devrait être interdite jusqu'à ce qu'on ait fait des recherches plus approfondies.	Comment savons-nous que les substituts sont moins nuisibles? Dans une entrevue accordée au journal *Calgary Herald*, le Dr Bill Long, ancien président de la société dentaire de la ville et de la région de Calgary, a révélé que les plombages sont sécuritaires. Il a même poursuivi en disant que les matériaux de substitution ne sont pas aussi bons.

Le débat concernant les effets du café sur les humains, l'impact de l'effet de serre sur le réchauffement de la planète ou l'utilisation efficace des supraconducteurs en vue de fournir de l'énergie électrique ne sont que quelques-uns des sujets démontrant la diversité des points de vue scientifiques. Les élèves qui n'ont pas cette compréhension fondamentale des processus scientifiques disent souvent ressentir de la frustration du fait que la science ne peut leur fournir une réponse unique. Pour ces élèves, la science est un moyen de fournir des réponses plutôt qu'une façon de poser des questions et de vérifier des hypothèses.

Le travail controversé sur la vitamine C ou les expériences sur la fusion froide offrent un tremplin pour comprendre le discours scientifique. Ce qui est important, c'est que les élèves acquièrent une compréhension de la nature de la science en s'engageant dans des discussions reliées à la science. Même les pseudo-études sur la polyeau et le lamarckisme ont une certaine valeur en ce qu'elles ont stimulé la pensée scientifique et la poursuite de recherches.

LES LIMITES DE LA SCIENCE

Les connaissances scientifiques, comme d'autres formes de connaissances, sont édifiées socialement et sont par conséquent sujettes aux faiblesses et erreurs inhérentes à toute activité humaine. Il est important pour les élèves de

reconnaître que les théories scientifiques évoluent ou se modifient à mesure qu'est fournie de l'information nouvelle ou que les perspectives sociales évoluent. Les vérités scientifiques sont provisoires. La science ne constitue qu'une façon de connaître, et, ce qui est encore plus important, la science ne répond qu'à certaines questions. Un savant ne peut faire passer un argument scientifique dans le domaine de la théologie ou de la philosophie et en même temps rester crédible. L'eugénisme se sert du couvert de la science pour répandre des notions racistes sur l'intelligence et la valeur de différentes races pour la société. On ne peut comparer les races, pas plus que déterminer la valeur de l'être humain par le biais de la science. Les questions mêmes soulevées par l'eugénisme ne relèvent pas du domaine de la science.

La clé de la compréhension de toute controverse sociale reliée à la science est la capacité d'identifier les aspects de la question qui font intervenir l'application ou l'interprétation de connaissances scientifiques.

La clé de la compréhension de toute controverse sociale reliée à la science est la capacité d'identifier les aspects de la question qui font intervenir l'application ou l'interprétation de connaissances scientifiques. Comprendre où commence la science et où elle s'arrête est essentiel si l'on veut mesurer l'impact d'une usine de pâte à papier sur un système fluvial ou mesurer les effets de l'utilisation de divers pesticides dans des écosystèmes particuliers.

La mesure de la qualité de l'eau est une question difficile. Le rejet de dioxines et d'autres toxines peut ne pas créer de transmutations observables dans un écosystème. Mais peut-on être sûr que des problèmes à long terme vont se manifester tout de suite? Les changements dans le code génétique peuvent ne pas se manifester chez les adultes car les gènes qui contrôlent le développement ne sont plus en activité. De même, il faut du temps pour retracer l'effet d'accumulation dans une chaîne alimentaire. Des questions scientifiques fondamentales aident à définir le problème. Quels indices révèlent que les dioxines et autres toxines sont nuisibles? Comment être sûr que les changements environnementaux sont reliés à l'usine de pâte à papier? Est-ce que des expériences de modélisation de l'environnement, avec des variables soigneusement contrôlées, indiquent vraiment ce qui arriverait dans un écosystème naturel?

CONTROVERSES ET TECHNOLOGIE

Pour savoir si une technologie particulière résulte vraiment en une amélioration de la qualité de la vie, il faut avoir une compréhension fondamentale des principes scientifiques ainsi que du potentiel et des limites de cette technologie. Par exemple, une discussion rationnelle de l'impact des pluies acides peut avoir lieu seulement si les élèves comprennent que lorsque le pH d'un lac diminue d'une unité (de 5,4 à 4,4

Une innovation technologique peut être remise en question sur une base économique, éthique ou sur la base des limites de la technologie.

par exemple), cela signifie que le niveau d'acidité est en fait dix fois plus élevé. De même, les discussions sur l'efficacité de cheminées d'usine plus hautes ou l'utilisation de laveurs dans les cheminées en vue de réduire les pluies acides exigent que les élèves comprennent comment les cheminées plus hautes diluent l'anhydride sulfureux et comment les produits chimiques nuisibles sont neutralisés dans les laveurs. Une évaluation de l'appareil technologique nécessite une compréhension des lois régissant les émissions de gaz, des réactions chimiques fondamentales et des interactions et interrelations des éléments biotiques et abiotiques au sein d'un écosystème. Une innovation technologique peut être remise en question sur une base économique, éthique ou sur la base des limites de la technologie. Un élément préalable à l'évaluation de la question controversée est une compréhension :

- de la façon dont fonctionne la technologie;
- des limites de la technologie;
- des autres solutions technologiques au problème.

Question controversée reliée à la technologie - Évaluation de la technologie médicale

Connaissances préalables

La question controversée ci-dessous traite de l'utilisation du cœur artificiel. Jusqu'à maintenant, la greffe du cœur artificiel n'a pas été couronnée de succès.

Le cœur artificiel remplace l'action de pompage du ventricule droit comme du ventricule gauche. Le cœur artificiel est raccordé aux vaisseaux sanguins naturels. Des diaphragmes de caoutchouc semblables à des ballons sont reliés à une pompe à air à l'extérieur du corps. À mesure que les ballons se remplissent d'air, ils font sortir le sang des ventricules et l'amènent dans les artères. La pompe enlève alors l'air des ventricules artificiels et le sang passe des veines dans les cavités. Des valvules cardiaques artificielles empêchent le sang qui se trouve dans les artères d'être ramené dans les ventricules, presque exactement comme ferait une vraie valvule cardiaque.

Le cœur artificiel, à la différence d'un cœur transplanté, présente plusieurs avantages. Le premier, c'est qu'il n'est pas nécessaire d'avoir un donneur. Le tissu cardiaque ne peut être conservé longtemps une fois qu'il a été séparé du corps du donneur. Le cœur artificiel, à la différence du cœur transplanté, n'a pas besoin d'être compatible avec ce dernier. Le cœur d'un donneur ne convient pas forcément à tous les receveurs.

Un des inconvénients porte sur les considérations économiques. On pensait auparavant que le cœur artificiel était moins coûteux qu'une transplantation cardiaque conventionnelle, mais les chiffres sont actuellement remis en question. Certains problèmes se sont manifestés.

Les sceptiques pensent que le cœur artificiel n'a pas fait l'objet de suffisamment de tests avant d'être utilisé sur des humains. Les premiers tests, faits sur des veaux, ont révélé des problèmes concernant les infections. Un autre genre de problèmes, celui des dépôts de calcium dans le cœur artificiel, a soulevé encore plus d'inquiétude. Deux hypothèses ont été avancées pour expliquer les problèmes associés au calcium. La première suggestion portait sur le fait que les veaux étaient encore en croissance et qu'ils avaient des concentrations élevées de calcium dans le sang. La seconde suggestion concernait la compatibilité entre le sang et l'équipement mécanique. Les problèmes d'infection et de calcium n'étaient pas encore réglés lorsque le cœur artificiel fut greffé sur Barney Clark, un dentiste âgé de 61 ans. Le Dr Clark souffrait de cardiomyopathie, une maladie caractérisée par une dégénérescence irréversible du muscle cardiaque. Sans l'opération, Barney Clark était certain de mourir.

Au cours de l'opération, un ventricule se brisa, laissant pénétrer de l'air dans ses poumons. Suivit une autre intervention majeure, mais cette fois, le Dr Clark eut une attaque et une valve cardiaque se brisa, ce qui mena à une troisième opération. Celle-ci présenta aussi des difficultés. Le Dr Clark commença à saigner abondamment du nez et il fallut une quatrième intervention chirurgicale. À la suite de celle-ci, le patient, qui était affaibli, souffrit de désorientation, puis développa une pneumonie et une insuffisance rénale. Cent douze jours après la première opération, Barney Clark mourut.

La question controversée

Pourquoi devrait-on dépenser de l'argent pour le cœur artificiel plutôt que de trouver des façons de prévenir la maladie?

Pourquoi devrait-on dépenser de l'argent pour le cœur artificiel plutôt que de trouver des façons de prévenir la maladie? Si l'on disposait de ressources illimitées, on ne se poserait pas la question de savoir où va l'argent. La recherche sur le cœur artificiel est valable mais elle absorbe de l'argent qui pourrait aller à des programmes préventifs. Ces programmes peuvent servir à sauver plus de vies que la technologie du cœur artificiel, mais la médecine préventive ne bénéficie pas du sensationnalisme de la chirurgie cardiaque. Un programme de sensibilisation du public fondé sur une liste de «choses à faire» et de «choses à ne pas faire» ne semble pas très attirant. La recherche en médecine

préventive ne fait pas souvent les manchettes dans les journaux. La médecine préventive ne crée pas de héros. Les chirurgiens cardiaques et les ingénieurs médicaux sont des champions en puissance. On donne ci-dessous quelques autres points à considérer.

Limites de la technologie

Argument	Contre-argument
Barney Clark allait mourir sans le cœur artificiel. Le cœur artificiel lui offrait une chance de survie, tout comme le faisaient les premières transplantations cardiaques.	Un pompier de Floride, qui avait demandé à avoir un cœur artificiel huit mois avant Barney Clark, se vit dire non par l'équipe de chirurgie cardiaque. Ce pompier vécut plus longtemps que Barney Clark.
Barney Clark aidait à développer la technologie du cœur artificiel afin que d'autres puissent vivre.	Est-ce que l'opération avait été faite dans le but d'obtenir de l'argent? Peu après la pose du cœur artificiel, Kolff Medical, la compagnie qui fabrique le cœur Jarvik 7, fut capable de se procurer 20 millions de dollars.

Pour qu'une technologie réussisse, il faut non seulement qu'elle soit valable du point de vue scientifique, mais réalisable du point de vue économique et acceptable du point de vue social.

On décrit souvent la technologie en termes de sciences appliquées, mais la technologie est beaucoup plus que cela. C'est l'utilisation délibérée et contrôlée des connaissances, des matériaux et des phénomènes naturels dans le but de résoudre des problèmes pratiques. Pour qu'une technologie réussisse, il faut non seulement qu'elle soit valable du point de vue scientifique, mais réalisable du point de vue économique et acceptable du point de vue social.

La plupart des gens font l'expérience des sciences par le biais de la technologie. Bien que les connaissances scientifiques nous permettent de comprendre la technologie, nous ne pouvons évaluer la technologie seulement d'après les connaissances scientifiques. Par exemple, bien des gens s'oppposeraient violemment à la perspective d'une réduction draconienne des émissions de dioxyde de carbone par l'interdiction d'utiliser les combustibles fossiles. Même si les technologies de l'énergie solaire et nucléaire constituent d'autres sources d'énergie, le coût de la conversion serait prohibitif. Les possibilités de réchauffement de la planète causé par l'effet de serre ont été reliées au niveau élevé de dioxyde de carbone, mais la science ne peut fournir toutes les réponses nécessaires afin d'évaluer cette question controversée. Les connaissances scientifiques fournissent simplement des preuves montrant les rapports de cause à effet entre l'utilisation des combustibles fossiles et l'augmentation de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. La

science montre que le dioxyde de carbone est libéré lorsque les composés du carbone sont soumis à la combustion. La science montre aussi que le dioxyde de carbone dans l'atmosphère bloque la lumière infrarouge, qui est une forme d'énergie solaire. La question cependant n'est pas seulement une question scientifique. La science n'est pas faite pour opposer les difficultés des travailleurs de l'industrie pétrolière aux besoins visant à créer un environnement durable. Toute évaluation des difficultés créées pour les individus dont les emplois sont reliés aux combustibles fossiles doit tenir compte de l'intérêt des autres groupes. La science, jointe à l'économie, l'esthétique, la religion et la sociologie, nous aide à identifier l'information pertinente.

La recherche sur la structure atomique a mené au développement de l'énergie nucléaire, à la création de produits chimiques, à celle des supraconducteurs et à la bombe atomique. Il est important de noter que la technologie ne peut décider de la recherche qui doit être faite et de celle qui doit être rejetée. L'éthique fonctionne selon des principes différents et, ce qui est encore plus important, elle est conçue afin de résoudre des problèmes différents. Bien que le processus de prise de décisions déborde des limites des sciences et de la technologie, l'évaluation de la controverse demande que l'on comprenne la technologie. Les élèves qui ne comprennent pas ce que peut et ce que ne peut pas faire la technologie peuvent tomber dans le piège qui consiste à présenter divers scénarios ayant peu de chances d'être viables pour des raisons soit scientifiques, soit économiques.

La science, jointe à l'économie, l'esthétique, la religion et la sociologie, nous aide à identifier l'information pertinente.

LE PROCESSUS DE PRISE DE DÉCISIONS

On demande souvent aux élèves de réserver leur jugement jusqu'à la collecte complète des faits; mais la plupart des individus ont tendance à vite ramener à eux-mêmes les questions controversées. Parce que la technologie est orientée vers des groupes d'intérêt spécifiques, les jugements portés sont souvent reliés aux bénéfices allant à un groupe en particulier. C'est pour cela qu'on recommande de laisser les élèves évaluer une controverse au moment où ils commencent leur collecte de données. Les premières impressions ne sont pas toujours négatives, mais les élèves devraient rester ouverts en ce qui concerne des changements à leurs premières impressions.

L'identification de la plupart des controverses débute par une compréhension égocentrique de la controverse. Le fait de partager les résultats de la recherche avec des individus ayant un point de vue semblable élargit la base de compréhension de la controverse ainsi que sa formulation et

L'identification de la plupart des controverses débute par une compréhension égocentrique de la controverse.

l'évaluation des différentes résolutions. Au cours de la phase finale, des groupes opposés présentent des perspectives divergentes, et contestent les résultats et les conclusions. Les points ci-dessous peuvent aider les élèves à acquérir une meilleure compréhension de la controverse et des problèmes que présentent différentes résolutions.

1. On identifie la controverse et la recherche commence.

   - Les élèves cherchent activement la résolution.
   - Les élèves évaluent la résolution d'un point de vue personnel.
   - On envisage des compromis.

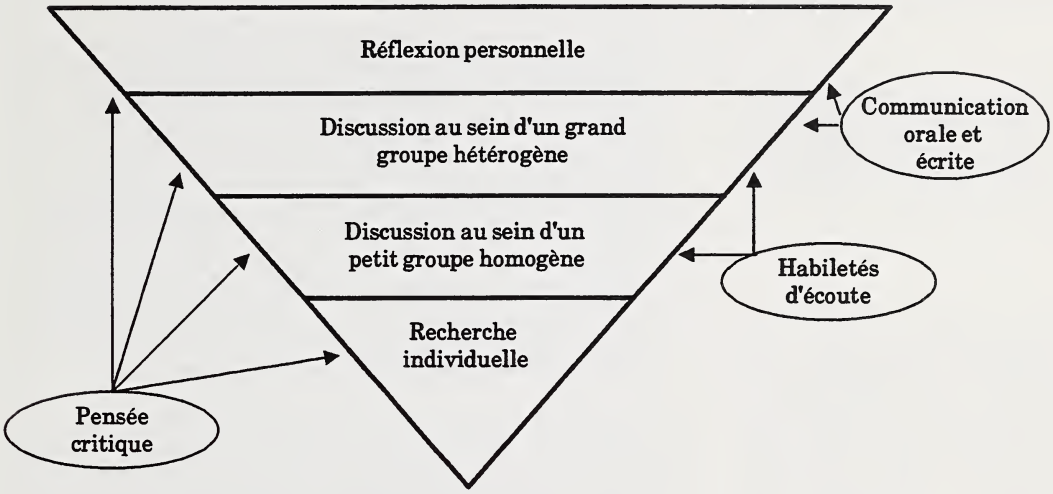
2. Les élèves sont divisés en petits groupes dans lesquels les individus ont les mêmes opinions.

   - Le groupe cherche à identifier les hypothèses dont il s'est servi pour formuler ses opinions.
   - Le groupe identifie l'ensemble de ses propres valeurs et priorités.
   - Le groupe cherche à identifier les influences politiques, économiques, culturelles et religieuses.

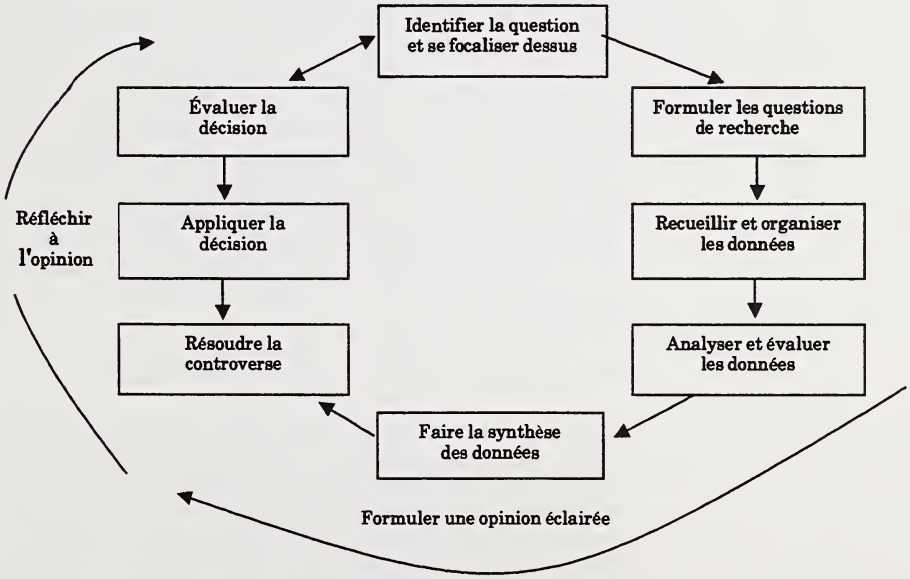
3. Les élèves sont redivisés en groupes plus grands dans lesquels les individus ont des opinions divergentes (groupes hétérogènes). Les membres des groupes discutent de la controverse.

   - On identifie les points de vue divergents.
   - On discute des conséquences de chaque résolution et de chaque raison qui motive l'acceptation du point de vue.
   - Les points de vue personnels font l'objet de contestations et éventuellement de propositions de défense.

4. Les élèves font une réflexion personnelle sur la controverse.



Modèle de prise de décisions



MISE EN PRATIQUE DES QUESTIONS CONTROVERSÉES

Si au moins une question controversée est incluse dans chaque module, les élèves s'attendront et se prépareront à la controverse.

On présente souvent les questions sociales sous des perspectives divergentes. Les débats interactifs et les scénarios de jeu de rôles sont deux des moyens les plus efficaces d'encourager les élèves à examiner les hypothèses qui sont à la base des points de vue divergents.

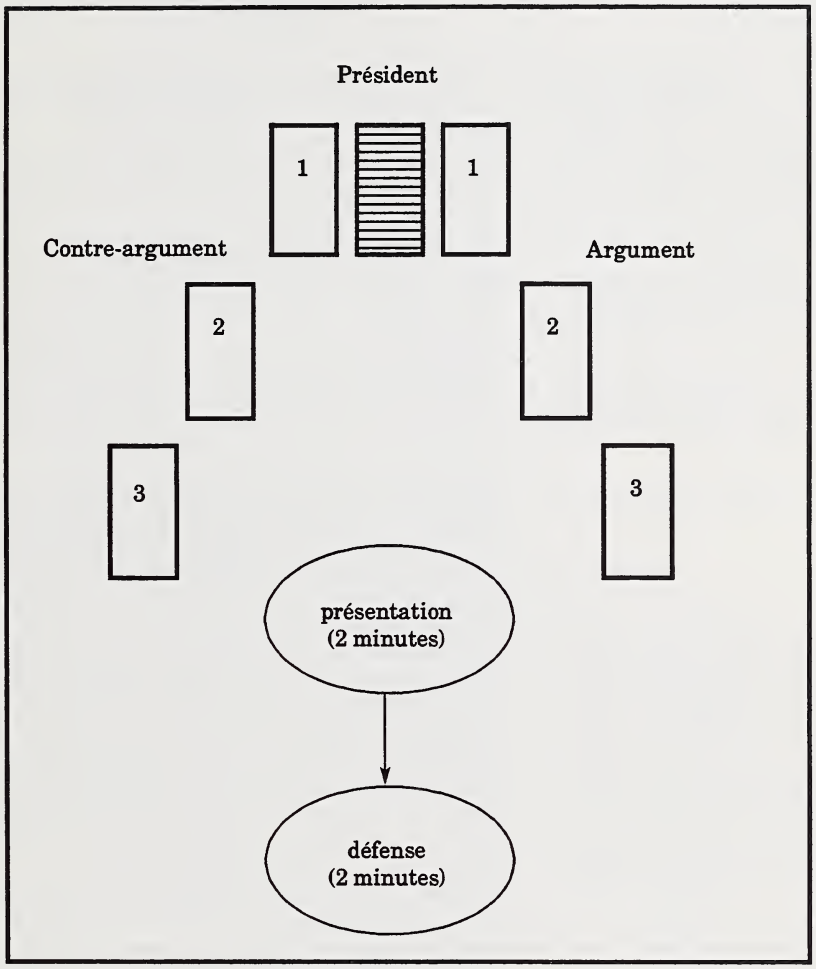
Prévoyez faire place aux controverses sociales sur une base régulière dans votre programme de sciences. Si au moins une question controversée est incluse dans chaque module, les élèves s'attendront et se prépareront à la controverse. Les habiletés et attitudes développées au cours d'une controverse peuvent être raffinées et perfectionnées dans d'autres. Les élèves se rendent vite compte qu'une meilleure compréhension des questions sociales reliées à la science est associée de façon inextricable à la compréhension des connaissances scientifiques. On espère que l'occasion de faire l'expérience des sciences et de l'innovation scientifique à partir d'un contexte social encouragera les élèves à maintenir leur intérêt envers les sciences de façon permanente.

On présente souvent les questions sociales sous des perspectives divergentes. Les débats interactifs et les scénarios de jeu de rôles sont deux des moyens les plus efficaces d'encourager les élèves à examiner les hypothèses qui sont à la base des points de vue divergents. Par exemple, l'industriel et l'écologiste sont souvent perçus comme deux adversaires. Il est important de noter que tous deux peuvent présenter des arguments solides et logiques. Mais chacun a une vision du monde différente. L'argument n'est pas centré sur le fait que la croissance économique est ou n'est pas importante pour une société, ou sur le fait que la protection environnementale est ou n'est pas importante. Peu d'écologistes soutiendraient que la puissance économique n'a pas d'importance, tout comme peu d'industriels proposeraient que la protection de l'environnement n'est pas importante. Les deux groupes cherchent à offrir une meilleure qualité de vie. Les industriels et les écologistes cependant présentent des opinions divergentes sur ce qui constitue une meilleure qualité de vie.

Structure possible pour la mise en pratique

Choisir un petit groupe d'élèves qui s'accordent sur la réponse à une controverse sociale et un autre groupe d'élèves, de préférence de même taille, qui ont un point de vue divergent et opposé. Les élèves auront l'occasion de fournir des arguments pour appuyer et défendre leur point de vue. Chaque élève aura ainsi l'occasion de remettre en question des points de vue opposés.

Disposition suggérée pour le débat



Les recommandations ci-dessous peuvent faciliter la conduite du débat :

Suggestions	Raisons
Choisir un président indépendant pour faire respecter la durée de présentation et des réponses aux questions. Ne participer aux questions qu'au moment de la synthèse, s'il y en a une.	Au cours du débat, les élèves se tournent souvent vers l'enseignant pour qu'il confirme leur vision du monde. Une base d'information plus large fait de l'enseignant un précieux allié.
Donner, au début, de l'information générale sur le sujet et poser des questions d'approfondissement avant de commencer le débat ou le scénario du jeu de rôles.	Les élèves devraient comprendre les assises scientifiques et technologiques qui définissent le cadre de la compréhension d'un problème. Il faut établir les limites du problème.
Ne pas s'attendre à avoir un vainqueur dans le débat. Ne pas encourager l'idée qu'un point de vue est juste et l'autre faux.	L'importance du débat ne devrait pas être considérée du point de vue de la domination d'une partie sur l'autre. Dans la plupart des débats, on ne peut vraiment distinguer les gagnants des perdants. Les débats offrent cependant aux élèves l'occasion d'examiner le point de vue opposé et d'analyser le leur de façon critique.
Lors du choix des membres pour le débat interactif ou le scénario du jeu de rôles, faire un équilibre entre garçons et filles. On espère que tous les groupes auront approximativement le même nombre d'élèves motivés, qui sont prêts à s'exprimer. Il ne faut pas aborder la discussion avec l'idée que le groupe qui domine la conversation remporte le débat.	Dans la mesure du possible, il ne faut pas aligner les points de vue avec des sous-groupes facilement identifiables. Il faut se concentrer sur l'argument même et non sur la personne qui le donne. Il ne faut pas voir les opinions en termes de réponse féminine ou d'opposition masculine à un point de vue. De même, un point de vue défendu par un excellent élève ne doit pas être plus crédible que celui d'un élève qui trouve la tâche difficile.
Les élèves qui se préparent pour un débat devraient coordonner leur présentation avec celles d'autres membres du groupe. Ils devraient mettre les points importants par écrit pour s'y référer rapidement.	Il faut éviter la redondance dans les arguments. Les élèves participant au débat doivent être responsables de leur part de travail et la coordination doit garantir que chaque élève amène une importante contribution. L'élève doit pouvoir prouver qu'il a bien fait sa recherche.
Il faut bien dire aux élèves que, durant le débat ou le forum, ils doivent écouter et respecter les points de vue qui divergent des leurs.	Idéalement, les questions controversées devraient promouvoir la tolérance et la compréhension. On peut en profiter pour démontrer une plus grande compréhension et appréciation des raisons qui expliquent les valeurs qu'ont certains groupes.

Alberta EDUCATION

QUESTIONS CONTROVERSÉES

INFORMATION GÉNÉRALE

Les questions controversées sont les sujets qui sont délicats aux yeux du public et sur lesquels il n'existe pas de consensus de valeurs et de convictions. De par leur nature même, les questions controversées donnent naissance à des opinions diverses et à un débat sur les distinctions entre le bon et le mauvais, la justice et l'injustice et sur les interprétations de l'équité et de la tolérance. Ils comprennent des sujets sur lesquels des individus raisonnables peuvent être en profond désaccord.

Les occasions de traiter de questions et de sujets délicats font partie intégrante des programmes d'éducation et du processus de scolarisation en Alberta. Le ministère de l'Éducation de l'Alberta reconnaît que l'éducation ne peut rester neutre sur toutes les questions ou éviter tous les sujets qui prêtent à controverse. Le ministère de l'Éducation reconnaît aussi que les programmes d'études et d'éducation offerts dans les écoles de la province doivent traiter des questions controversées d'une façon qui respecte les droits et opinions reflétés dans différentes perspectives, mais qui rejette les positions extrémistes contraires à l'éthique.

Pour porter des jugements solides, les élèves doivent avoir fait des expériences portant sur le choix, l'organisation et l'évaluation d'information. Les avantages éducatifs découlant de l'étude des questions controversées comprennent le développement de la pensée critique et du raisonnement moral ainsi qu'une prise de conscience et une compréhension de la société contemporaine.

POLITIQUE

Le ministère de l'Éducation croit que l'étude des questions controversées est importante pour préparer les élèves à participer de façon responsable dans une société démocratique et pluraliste. Cette étude offre l'occasion de développer les capacités de l'élève à penser clairement, raisonner de façon logique, examiner divers points de vue avec respect et ouverture d'esprit, et d'en arriver à des jugements sûrs.

LÉGISLATION

Loi scolaire

25 (1) Le Ministre à la capacité :

(a) d'établir les programmes d'études ou scolaires, y compris la durée d'enseignement;

(b) d'autoriser les programmes d'études et scolaires ou le matériel didactique devant être utilisés dans les écoles;

(c) d'établir le nombre minimum d'heures d'enseignement qu'un conseil scolaire rendra accessible à l'élève durant l'année scolaire;

(d) d'approuver tout cours, programme scolaire ou matériel didactique destiné à être utilisé dans une école, qui peut lui être soumis par un conseil scolaire ou tout autre responsable d'une école;

(e) d'interdire, par ordre, dans les écoles, la tenue d'un cours ou d'un programme scolaire ou encore l'utilisation de documents didactiques, sous réserve du droit d'un conseil scolaire d'offrir un enseignement religieux;

(f) d'adopter ou d'approuver, par ordre, les buts et normes applicables à l'enseignement en Alberta.

Note : Traduction non officielle. Le texte de loi anglais a préséance sur cette traduction.

Autres lois :

Alberta Bill of Rights, R.S.A. 1980, Chapitre A-16

Charte canadienne des droits et libertés, Loi constitutionnelle de 1982

Arrêté ministériel conformément à l'article 25 (2) (f) de la Loi, tel que cité dans la section. «Ministerial Orders and Directives» du Policy Manual.

PROCÉDURES

1. Lorsqu'on traitera des questions controversées, les enseignants, les élèves et les autres participants devront faire preuve de délicatesse afin de garantir que les élèves et d'autres individus ne soient pas ridiculisés, mis dans une situation embarrassante, intimidés ou humiliés en raison des positions qu'ils affichent sur des questions controversées.

2. L'information portant sur les questions controversées devrait :

   (a) représenter des points de vue de rechange, à la condition que la documentation utilisée ne soit pas soumise à des restrictions contenues dans les lois fédérales ou provinciales;

   (b) refléter de façon appropriée la maturité, les capacités et les besoins éducationnels des élèves;

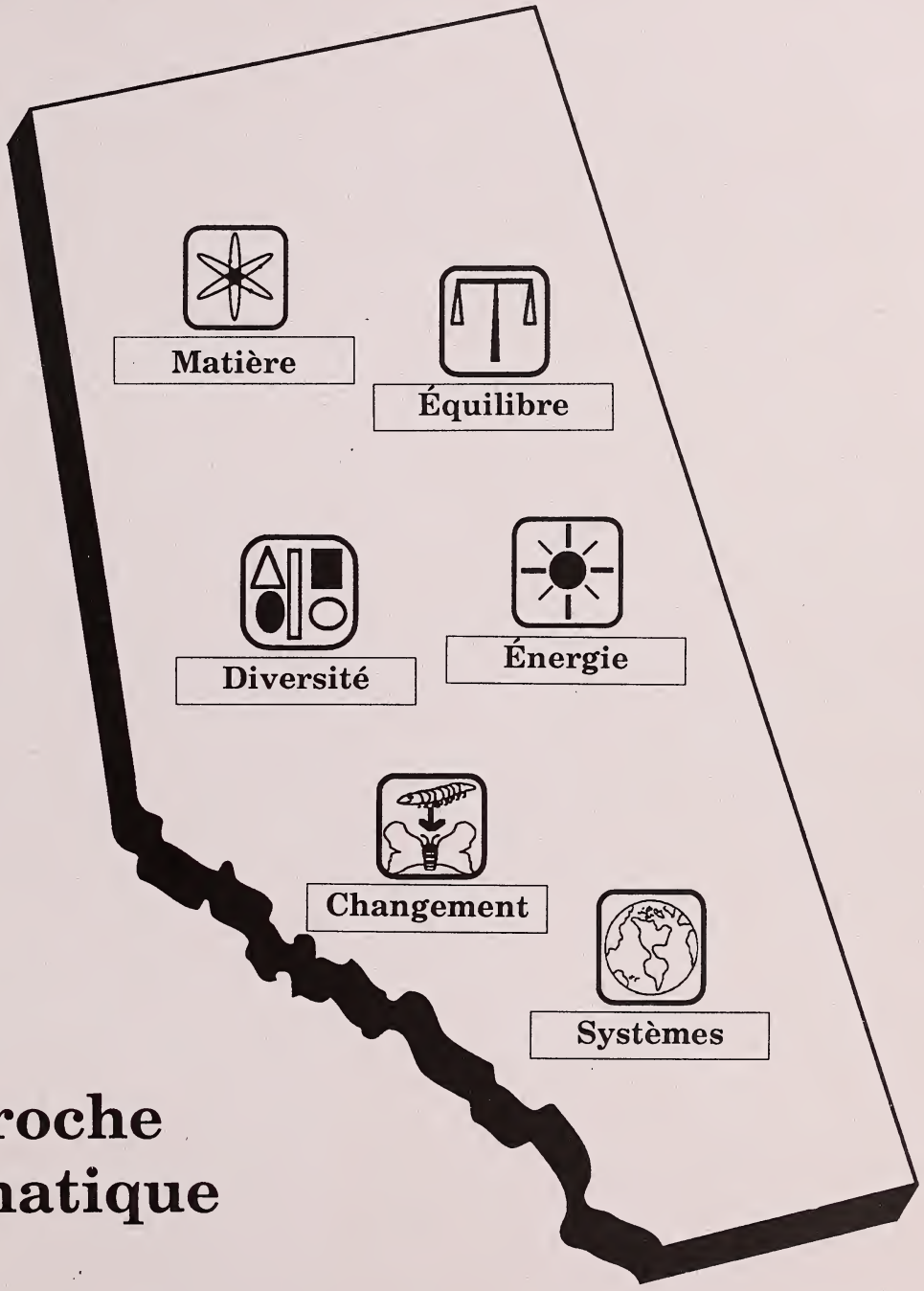
   (c) répondre aux critères des programmes d'études et scolaires réglementés et approuvés au niveau provincial; et

   (d) être un reflet du quartier et de la communauté dans laquelle est située l'école, ainsi que des contextes provincial, national et international.

3. Les questions controversées que l'enseignant a incluses délibérément dans son cours et celles qui surgissent spontanément en cours d'enseignement devraient être utilisées par l'enseignant pour promouvoir l'enquête critique plutôt que la défense d'une cause et pour apprendre aux élèves comment penser plutôt que quoi penser.

4. L'école devrait jouer un rôle de soutien auprès des parents dans le domaine du développement des valeurs et du développement moral, et elle devra faire preuve de respect et de délicatesse en se penchant sur les décisions des parents au sujet des questions controversées.

(Document numéro : 02–01–07)



Approche thématique

Bien que la section suivante traite de l'utilisation des six thèmes comme contexte au programme de Sciences 10-20-30, les stratégies suggérées en ce qui concerne les thèmes peuvent aussi s'appliquer à Biologie 20-30, Chimie 20-30 et Physique 20-30.

INTÉGRATION DES SCIENCES 10-20-30 AUTOUR DE THÈMES

1. Qu'est-ce qu'une approche intégrée à l'enseignement des sciences?

Les ordinateurs, les automobiles, les antibiotiques, les plastiques et les scanners numériques dans les grandes épiceries ne sont que quelques exemples de la myriade d'innovations technologiques rendues possibles par la recherche et les découvertes scientifiques. Une grande partie de cette recherche n'est plus définie clairement en termes des domaines biologique, chimique et physique. D'énormes progrès dans la recherche scientifique ont lieu actuellement dans des domaines interdisciplinaires comme la biologie moléculaire, la géophysique, l'astrophysique, la robotique et la biochimie. Ces progrès soulignent jusqu'à quel point les frontières séparant les disciplines scientifiques traditionnelles s'effacent de plus en plus. Pour mieux refléter la façon dont les savants modernes comprennent la science, certains éducateurs suggèrent que l'enseignement des sciences devrait porter sur les grandes idées qui transcendent les disciplines scientifiques particulières. Il y a donc lieu d'adopter une approche intégrée à l'enseignement des sciences.

Une approche intégrée à l'enseignement des sciences est une des trois façons d'organiser l'enseignement des sciences. Chaque méthode d'organisation met l'accent sur un élément particulier. En Alberta, les sciences au secondaire deuxième cycle se sont traditionnellement concentrées sur le développement de la compréhension par l'élève des idées et méthodes des grandes disciplines scientifiques, soit la biologie, la chimie et la physique. Cette approche disciplinaire souligne les caractéristiques uniques des matières scientifiques particulières. Une approche intégrée reconnaît les disciplines scientifiques mais se concentre sur les grands thèmes en cherchant à souligner l'effet réciproque dynamique des concepts scientifiques et l'unité de la science. Une approche unifiée considère que les disciplines scientifiques sont de

Une approche intégrée reconnaît les disciplines scientifiques mais se concentre sur les grands thèmes en cherchant à souligner l'effet réciproque dynamique des concepts scientifiques et l'unité de la science.

pures créations de l'esprit et cherche à les éviter. Cette approche souligne l'unité des sciences avec les autres matières du curriculum. La figure 1 illustre cet éventail d'approches à l'enseignement des sciences :

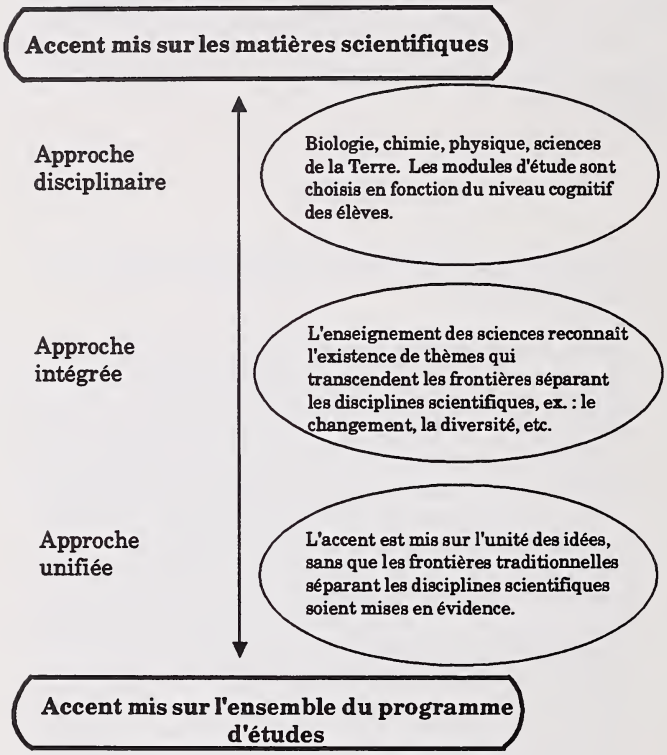


Figure 1 : Éventail des approches à l'enseignement des sciences

Les modules dans le programme de Sciences 10-20-30 conservent certains aspects des disciplines scientifiques, mais le point important de ces modules est le développement de la compréhension par l'élève des grands concepts ou thèmes dans les sciences. C'est ainsi que les Sciences 10-20-30 reflètent une approche intégrée à l'enseignement des sciences.

Souvent, les élèves du secondaire deuxième cycle n'établissent pas de rapports entre leurs programmes d'études.

2. Pourquoi intégrer l'enseignement des sciences autour de thèmes?

On peut définir les thèmes comme de «grandes idées» qui lient la structure théorique des diverses disciplines scientifiques. La recherche montre que l'intégration des sciences autour de thèmes améliore les habiletés de pensée de l'élève. Souvent, les élèves du secondaire

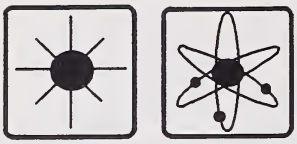
deuxième cycle n'établissent pas de rapports entre leurs programmes d'études. Par exemple, ils ne voient peut-être pas de rapports entre les sujets de l'oxydation et de la réduction en chimie et celui de la respiration cellulaire en biologie. En insistant sur les thèmes dans l'enseignement des sciences, l'approche intégrée aide les élèves à établir des rapports entre les sujets. C'est ainsi que les thèmes fournissent d'excellents organisateurs conceptuels, qui encouragent l'élève à penser. La recherche montre que l'utilisation d'organisateurs conceptuels contribue aux acquisitions de l'élève concernant ses habiletés de pensée critique qui, à leur tour, améliorent sa performance globale.

Nombre d'éducateurs croient qu'une approche intégrée aide les élèves à se faire une idée plus vraie de la science et du rapport existant entre sciences, technologie et société. Le rapport de 1984 du Conseil des sciences du Canada résumant l'enseignement des sciences au pays manifestait de l'inquiétude quant à l'approche étroite à l'enseignement des sciences axée vers la création de futurs savants, qui contribue à la spécialisation prématurée et tend à isoler les divers domaines des matières. La spécialisation prématurée résultant de l'approche disciplinaire à l'enseignement des sciences au secondaire deuxième cycle tend à rendre les sciences moins pertinentes pour les élèves qui n'ont pas l'intention de devenir biologistes, chimistes ou physiciens. Un programme de sciences plus approprié reconnaîtrait que les problèmes et les décisions de la vie de tous les jours auxquels les élèves seront confrontés se recoupent dans les disciplines scientifiques, vu que la science, en dehors de la classe, est intégrée. L'accent mis sur les grands thèmes dans Sciences 10-20-30 favorise un enseignement des sciences intégré qui fournit aux élèves l'occasion de se faire une idée authentique de la science moderne, tout en leur révélant les possibilités qui s'offrent à eux de commencer à agir sur les problèmes qui les attendent.

Un programme de sciences plus approprié reconnaîtrait que les problèmes et les décisions de la vie de tous les jours auxquels les élèves seront confrontés se recoupent dans les disciplines scientifiques, vu que la science, en dehors de la classe, est intégrée.

3. Quels sont les thèmes abordés dans Sciences 10-20-30?

Dans les Sciences 10-20-30, on développe six thèmes. Une description complète de chaque thème est fournie dans les programmes d'études de Sciences 10-20-30. Ces thèmes présentent les sciences comme un jeu réciproque dynamique entre tension et harmonie, centré sur l'étude de l'énergie et de la matière.



Thèmes centraux :

Énergie et matière

Dans un certain sens, la science s'intéresse en fin de compte, aux rapports qui existent entre l'énergie et la matière.

Dans un certain sens, la science s'intéresse en fin de compte, aux rapports qui existent entre l'énergie et la matière. La compréhension de certaines facettes de ces rapports est centrale au programme de Sciences 10-20-30. On définit l'énergie comme la capacité de produire du travail. L'énergie fournit aux systèmes vivants la capacité de se maintenir en vie, de croître et de se reproduire, et elle sous-tend tous les changements chimiques. Comprendre l'énergie est fondamental à l'explication de divers phénomènes tels que le métabolisme, la météo, les réactions nucléaires, les tremblements de terre et le fonctionnement des moteurs d'automobiles. Le thème de l'énergie se retrouve partout dans les sciences, et lie diverses disciplines. Dans les sciences physiques, on explore les manifestations et transformations de l'énergie. Dans les sciences biologiques, les transferts d'énergie affectent les organismes ainsi que la croissance et le changement des écosystèmes. Le rôle de l'énergie, à la fois comme inhibiteur et promoteur des réactions chimiques, est central aux études de chimie.

Il est impossible de séparer la compréhension de l'énergie de l'étude de la matière. Tout comme l'énergie subit des changements et se retrouve sous de nombreuses formes, la matière existe sous forme d'atomes et de molécules qui se recombinent selon des modes innombrables. On peut étudier la matière à divers niveaux allant des interactions atomiques à la composition des planètes. L'étude de la matière et la connaissance de son comportement sont importantes pour comprendre ce qui se passe dans le monde : ondes sonores, changements de température, pression de l'air et de l'eau, changements de phase et mouvement des substances au sein des écosystèmes.

Thèmes connexes : Équilibre, systèmes, changement, diversité

Il découle de nombreux thèmes de l'étude centrée sur l'énergie et la matière, thèmes que transcendent les disciplines scientifiques.

Il découle de nombreux thèmes de l'étude centrée sur l'énergie et la matière, thèmes que transcendent les disciplines scientifiques. Quatre de ces thèmes apparaissent dans le programme de Sciences 10-20-30 : l'équilibre, les systèmes, le changement, la diversité. Les enseignants devraient se reporter aux programmes d'études de Sciences 10-20-30 pour avoir une description complète de chacun de ces thèmes. En voici un bref aperçu :

Équilibre

L'équilibre est un état dans lequel des forces ou processus qui s'opposent se compensent ou semblent être au repos. Cet équilibre dure jusqu'à ce qu'un changement soit imposé au système. Des exemples nous sont fournis par un corps en bonne santé, une pierre immobile ou l'équilibre dynamique dans une solution chimique.

Systèmes

Un système est tout ensemble d'objets, d'organismes, de processus ou de machines qui ont une relation ou influence réciproque quelconque. Les systèmes possèdent généralement des entrées et des sorties. Quelques systèmes connus sont le système solaire, un moteur d'automobile, les rapports prédateur-proie dans un écosystème.

Changement

Le changement est la modification ou l'altération qui se produit avec le temps. Le changement est souvent cyclique; par exemple, le changement dans les éléments nutritifs des écosystèmes ou le mouvement des plaques de la croûte terrestre. Le changement peut aussi être régulier, comme dans l'accélération, ou irrégulier comme dans certaines réactions chimiques ou comme dans le processus d'évolution.

Diversité

La diversité se rapporte au vaste ensemble de matière vivante et non vivante et d'énergie. On aborde souvent la diversité par le biais de la classification. Comprendre la diversité nous aide à découvrir les effets du changement sur les systèmes.

En tant que concepts majeurs qui se retrouvent partout dans les sciences, ces thèmes sont en tension et en harmonie selon un mode dynamique.

En tant que concepts majeurs qui se retrouvent partout dans les sciences, ces thèmes sont en tension et en harmonie selon un mode dynamique. Par exemple, lorsqu'on étudie le sujet des écosystèmes (Sciences 20, Module 2, concept majeur 5), le thème de l'équilibre se reflète dans la stabilité de la population des écosystèmes et est en harmonie avec la compréhension des domaines écologiques par le biais du thème des systèmes. Ces thèmes cependant sont en tension avec le thème du changement qui démontre que les populations évoluent avec le temps. Or le changement est en harmonie avec le thème de la diversité qu'illustre clairement la multitude de types d'écosystèmes actuels. Ce conflit entre des idées appuyées par certaines perspectives et contredites par d'autres, fait partie du discours fascinant portant sur la nature de la science et offre aux élèves une image de la nature dynamique de la science. La figure 2 illustre le rapport entre les quatre thèmes et l'aspect central de l'étude de l'énergie et de la matière dans les Sciences 10-20-30.

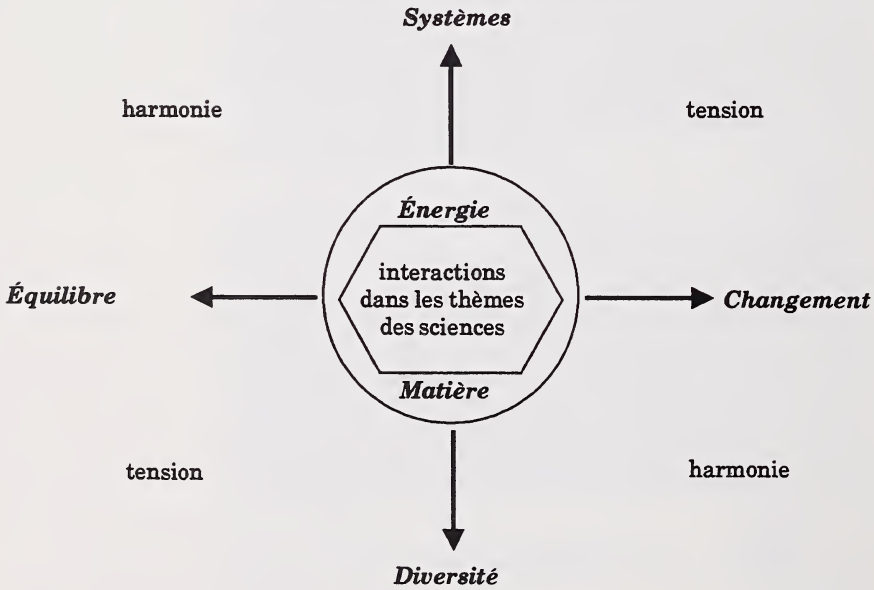


Figure 2 : La nature dynamique des thèmes dans les sciences

5. L'enseignement des thèmes dans Sciences 10-20-30

Les modules des programmes de Sciences 10-20-30 reflètent, dans les sujets abordés, les disciplines suivantes : la biologie, la chimie, la physique, les sciences de la

Terre. Afin d'intégrer ces modules, on insère ces thèmes dans chaque cours de sciences. La figure 3 illustre cette insertion :

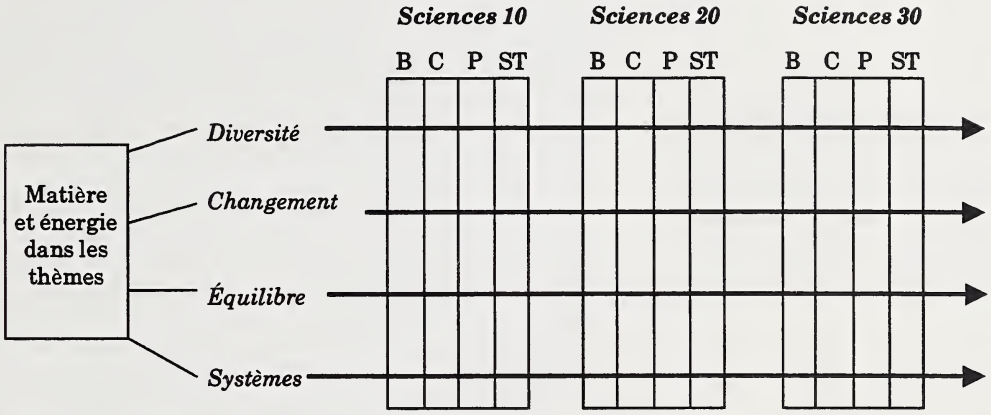


Figure 3 : Insertion des thèmes dans Sciences 10-20-30

B = biologie, C = chimie, P = physique, ST = sciences de la Terre

Chaque thème fournit un point de repère ou de référence pour les modules de Sciences 10-20-30. Pour pouvoir souligner les grandes idées lorsqu'on enseigne, il faut une certaine planification. On présente ci-dessous les étapes suggérées pour l'enseignement des sciences d'un point de vue thématique :

Étapes suggérées pour l'enseignement des sciences d'un point de vue thématique.

Étape nº 1 : Réflexion sur les thèmes

Réfléchir aux thèmes. Le but de cette première étape est de développer une plus grande sensibilisation et compréhension des six thèmes présents dans les programmes d'études de Sciences 10-20-30. À mesure que les enseignants réfléchissent à la signification de chacun des thèmes, et à la façon dont ces derniers sont reliés, les possibilités pour souligner les thèmes se font plus évidentes. Bien des individus trouvent que le fait de mettre leurs pensées sur papier les aide à réfléchir. Les questions suivantes peuvent aider à orienter la réflexion sur les six thèmes :

À mesure que les enseignants réfléchissent à la signification de chacun des thèmes, et à la façon dont ces derniers sont reliés, les possibilités pour souligner les thèmes se font plus évidentes.

a. Que signifie chacun des thèmes?
b. Dans quels sujets des sciences est-ce que je peux reconnaître ces thèmes?
c. Comment ces thèmes sont-ils reliés aux sujets des sciences?

Lors de la planification, il faudra écrire, sous forme de tableau, les concepts majeurs abordés dans le module, puis explorer sur papier toutes les facettes qui, dans les sujets du module, reflètent les grands thèmes.

Étape nº 2 : Planification du module

La réflexion ne s'arrête pas à l'étape nº 2, mais doit faire partie d'une amélioration continue de la compréhension de l'enseignant quant à la façon dont les thèmes sont incorporés au cours de sciences. Parallèle à la réflexion, la planification constitue la deuxième étape. Les enseignants ne peuvent présumer que les élèves vont découvrir d'eux-mêmes et de façon intuitive les thèmes interreliés dans leur cours de sciences. Pour que les Sciences 10-20-30 soient réellement un cours intégré, il faut enseigner les grands thèmes de façon explicite et les souligner. Cela demandera de la planification avant d'enseigner le cours de Sciences 10, 20 ou 30. Lors de la planification, il faudra écrire, sous forme de tableau, les concepts majeurs abordés dans le module, puis explorer sur papier toutes les facettes qui, dans les sujets du module, reflètent les grands thèmes. C'est, en gros, une méthode de remue-méninges qui permet de faire ressortir les liens et les possibilités permettant d'enseigner les grands thèmes. Bien des enseignants trouvent qu'un tableau de planification les aide dans ce processus. On trouve à la page suivante, dans cette section, un original du tableau de planification, suivi d'une illustration sur la façon de l'utiliser.

Insistance sur les thèmes – Tableau de planification pour le module :

Grands thèmes : Énergie et matière

Sous-thèmes → / Concepts majeurs ↓	*Diversité*	*Changement*	*Équilibre*	*Systèmes*
Premier concept :				
Deuxième concept :				
Troisième concept :				
Quatrième concept :				
Cinquième concept :				

Insistance sur les thèmes – Tableau de planification pour le module

Sciences 10, Module 3 : La matière et l'énergie dans les transformations chimiques

Grands thèmes : Énergie et matière

Sous-thèmes → / Concepts majeurs ↓	*Diversité*	*Changement*	*Équilibre*	*Systèmes*
Premier concept : La matière est tout ce qui a une masse et occupe un volume	grandes catégories de la matière : mélanges, substances pures, éléments, etc. - classification de la matière à l'aide du tableau périodique	- différence entre les propriétés physiques et chimiques	maintien des éléments dans le corps - existence de phases au point de fusion, au point d'ébullition	- changements de phases dans les systèmes fermés
Deuxième concept : l'énergie intervient dans tout changement que subit la matière	- diversité des changements chimiques : synthèse, décomposition, substitution, etc.	- énergie et changement chimique : réactions exothermiques et endothermiques	- résistance au changement dans les réactions - achèvement des réactions endothermiques favorisées par la chaleur et l'élimination des produits	- deuxième loi de la thermodynamique
Troisième concept : les éléments se combinent pour former une multitude de composés	- combinaisons chimiques possibles fondées sur la famille périodique d'éléments choisis	- comment les éléments dangereux (Na, Cl) se transforment pour former des éléments utiles : NaCl	- transfert d'énergie dans la formation des composés et énergie dans la décomposition	- les réactions chimiques en tant que systèmes fermés
Quatrième concept : la matière possède une structure sous-jacente bien définie	- diversité des particules subatomiques - rapport entre la diversité de la formation des composés et la formation des ions	- décomposition nucléaire et radioactivité - liaison et mouvement des électrons reliés à des changements dans les propriétés chimiques	- stabilité dans la liaison atomique, nature dynamique de la liaison	- l'atome en tant que système
Cinquième concept : la matière est conservée dans les transformations chimiques	- diversité de la matière et interactions de l'énergie dans les transformations chimiques	- stœchiométrie dans les transformations chimiques	- conservation de la masse dans les transformations chimiques	- systèmes industriels pour les transformations chimiques

Étape nº 3 : Planification des leçons

La planification des leçons est l'un des aspects créatifs de l'enseignement. Les thèmes sont utiles, en ce qu'ils offrent aux élèves un cadre pour mettre des idées en rapport et donner un contexte à de nouveaux concepts. Lorsqu'ils créent une leçon sur un sujet de sciences particulier, les enseignants devraient insister sur les thèmes qui vont naturellement avec ce sujet. Les questions suivantes peuvent aider les enseignants à planifier la façon d'incorporer des thèmes dans leurs plans de leçons quotidiennes :

La planification des leçons est l'un des aspects créatifs de l'enseignement.

a. Quels sont les thèmes qui sont reliés à ce sujet?
b. Comment ce sujet est-il relié à d'autres sujets dans le(s) thème(s)?
c. Comment rendre explicites les thèmes particuliers dans cette leçon?

Il existe pour les enseignants bien des moyens de développer des thèmes avec des élèves.

Il existe pour les enseignants bien des moyens de développer des thèmes avec des élèves. L'un d'eux est de faire directement référence au thème lui-même. Les enseignants peuvent édifier des tâches autour d'un thème ou encore monter des tableaux d'affichage qui le reflètent. Les élèves peuvent conserver un journal où se reflète une compréhension croissante des thèmes; les enseignants peuvent demander aux élèves de faire des devoirs écrits sur le thème. Dans un cours de sciences intégré, un enseignant commençait à donner son cours de sciences en posant des questions qui passaient en revue les concepts de la leçon antérieure et se concentraient sur les thèmes qui y avaient été mis en évidence. Dans le présent guide, la section consacrée au développement des habiletés de pensée de l'élève contient une foule d'activités que l'on pourrait utiliser pour explorer, consolider et appliquer la compréhension qu'a l'élève des grands thèmes contenus dans les sciences.

À mesure que l'enseignant rend les thèmes explicites dans le cours, les élèves commencent à percevoir les liens entre les sujets. Cette reconnaissance des schémas et des organisateurs de concepts se poursuit, avec l'encouragement de l'enseignant, jusqu'à ce que les élèves soient capables de replacer l'information nouvelle au sein des grands thèmes de Sciences 10, 20 et 30. Quand cela arrive, les élèves prennent l'initiative d'organiser les idées et s'attendent à voir comment les idées s'imbriquent non seulement dans les sciences, mais aussi dans d'autres matières. On a ainsi un élève plus audacieux sur le plan intellectuel, qui cherche à voir les rapports entre les idées dans les sciences et parvient à le faire. Ce comportement offre aux enseignants de sciences une meilleure assise pour aider les élèves à se rendre compte des interrelations entre les sciences, la technologie et la société que l'enseignement centré sur une seule discipline scientifique à la fois.

DEUXIÈME SECTION : UNIFICATION DE SCIENCES 10-20-30 AUTOUR DE GRANDS SUJETS

Certains enseignants peuvent vouloir mener l'intégration des sciences un pas plus loin et essayer une approche unifiée aux Sciences 10-20-30. Avec cette approche, on n'utilise pas les modules tels qu'ils existent dans le programme d'études de Sciences 10-20-30, ni tels qu'ils sont présentés dans le livre de l'élève; les connaissances, habiletés et attitudes reliées aux sciences dans le programme d'études sont plutôt réorganisées autour de grands sujets qui ressemblent souvent assez peu aux modules originaux.

Les connaissances, habiletés et attitudes reliées aux sciences dans le programme d'études sont réorganisées autour de grands sujets qui ressemblent souvent assez peu aux modules originaux.

Cette approche unifiée à l'enseignement des sciences n'est pas nouvelle, mais a vu sa popularité augmenter au cours des trente dernières années. Les éducateurs qui appuient l'enseignement des sciences unifié pensent que les sciences sont mieux comprises si elles sont présentées comme une activité humaine unifiée dont le centre d'intérêt (c'est-à-dire les disciplines) varie mais non la méthodologie. Des valeurs telles que la remise en question, le respect de la logique, le besoin de vérification et l'examen des hypothèses et des conséquences caractérisent l'unité d'un mode de pensée scientifique et en sont typiques. Vu qu'il existe une unité fondamentale de pensée dans l'entreprise scientifique, les adeptes de l'approche unifiée pensent que l'unité des sciences devrait se refléter dans la méthodologie de l'enseignement des sciences.

Un point central particulier à l'approche unifiée est constitué par les divers rapports entre les sciences, la technologie et la société (STS). Les découvertes et les problèmes technologiques - ex. : la pollution de l'eau, les vols spatiaux, le génie génétique - illustrent le caractère d'interrelation et de dépendance des domaines d'études scientifiques. Vues sous cet angle, les disciplines sont de pures constructions mentales qui n'offrent que peu d'utilité et de pertinence pour comprendre la dynamique entre sciences, technologie et société. On dit souvent de l'approche unifiée qu'elle est la meilleure façon d'encourager la compréhension par l'élève des questions STS.

L'élaboration d'un cours de sciences unifié est laissée à la compétence de l'enseignant.

Certains des aspects les plus positifs de l'approche unifiée à l'enseignement des sciences se trouvent dans son expression pratique. Vu que les manuels de l'élève et les programmes d'études de Sciences 10-20-30 sont organisés à partir d'une perspective disciplinaire, l'élaboration d'un cours de sciences unifié est laissée à la compétence de l'enseignant. Les cours ainsi créés reflètent en général les caractéristiques uniques

du cadre scolaire local, bâtissant sur les intérêts des élèves, les installations disponibles et les titres et qualités du personnel. Cela aboutit à un programme d'études créé sur mesure pour répondre à la situation unique de la région ou de l'école. La plupart du temps, ces cours sont, de l'avis des élèves, pertinents, amusants et passionnants, ce qui encourage souvent des interventions pédagogiques novatrices débouchant sur un prolongement du programme d'études dans le cadre scolaire local.

Cela peut, bien sûr, demander beaucoup à l'enseignant en temps et en compétence; la recherche indique cependant que, la plupart du temps, les enseignants qui créent des cours de sciences unifiés trouvent l'expérience positive. Dans un tel cadre d'innovation pédagogique et de pertinence au niveau local, il n'est pas étonnant que, selon la recherche, les inscriptions dans les cours de sciences augmentent dans une école où l'on adopte une approche unifiée à l'éducation scientifique.

Comment unifier les sciences autour de grands sujets

Étape nº 1 : Sélection des grands sujets unificateurs

L'édification d'un cours unifié débute par l'énumération des connaissances, habiletés et attitudes scientifiques d'un cours de sciences particulier dans le programme d'études de Sciences 10, 20 et 30. À partir de là et souvent en collaboration avec des collègues et même des élèves, l'enseignant choisit des grands sujets englobant le contenu du cours de sciences. Ces idées constituent le sujet central du cours; tout le contenu sera relié au grand sujet. Il existe un nombre illimité de sujets unificateurs parmi lesquels choisir; on encourage les enseignants à élaborer leurs propres cours unifiés pour refléter les besoins uniques de leurs cadres d'enseignement. Voici certaines caractéristiques des sujets qui peuvent intéresser les enseignants :

On encourage les enseignants à élaborer leurs propres cours unifiés pour refléter les besoins uniques de leurs cadres d'enseignement.

a. Le sujet unificateur devrait être simple et concret.
b. Le sujet unificateur devrait cadrer naturellement avec les connaissances, habiletés et attitudes à couvrir.
c. Le lien entre le contenu à couvrir et le sujet unificateur devrait être direct et évident pour l'élève.
d. Le sujet unificateur devrait avoir de la pertinence en ce qui concerne les besoins et intérêts de l'élève.

Pour chaque cours de sciences, le nombre idéal de grands sujets semble être deux.

Pour chaque cours de sciences, le nombre idéal de grands sujets semble être deux.

Étape nº 2 : Organisation du contenu autour des sujets unificateurs

Une fois que les deux sujets unificateurs ont été choisis, les connaissances, habiletés et attitudes du cours de sciences sont organisées et reliées aux idées unificatrices.

Cette étape est cruciale à la réussite d'un cours de sciences unifié. Une fois que les deux sujets unificateurs ont été choisis, les connaissances, habiletés et attitudes du cours de sciences sont organisées et reliées aux idées unificatrices. Il est essentiel de n'omettre dans cette étape aucun contenu du cours de sciences. Ce qui résulte est un diagramme énumérant les sujets d'étude et leur relation à un thème unificateur. On donne ci-dessous des exemples de la façon dont les Sciences 10, 20 et 30 peuvent être unifiées autour de grands sujets.

Sujets unificateurs types pour Sciences 10

Lacs et écosystèmes
- l'énergie venant du Soleil et la météo
- les lacs dans l'écologie de la prairie
- les conséquences de la pollution des lacs

Apprendre d'un lac

Vie dans un lac
- les cellules à la base de la vie
- comment les choses vivantes dépendent du lac
- le flux des éléments nutritifs et des déchets dans le lac

Lacs et loisirs
- les propriétés de l'eau, l'énergie de l'eau
- l'énergie et les changements de phases
- les saisons et l'utilisation du lac

Source et extraction des combustibles pétroliers
- l'énergie venant du Soleil maintient la vie sur la Terre
- une certaine quantité d'énergie solaire peut être stockée sous forme de combustibles non renouvelables
- comment on découvre le pétrole et comment on l'extrait de la Terre

Le défi du pétrole

L'utilisation judicieuse des combustibles pétroliers
- les taux de consommation
- les innovations dans l'utilisation du pétrole
- la vie sans pétrole

Les combustibles et produits pétroliers
- la matière a une masse et un volume
- l'énergie et les changements subis par la matière
- les éléments se combinent pour former des composés
- la conservation de l'énergie dans l'utilisation des combustibles pétroliers

Sujets unificateurs types pour Sciences 20

Découverte d'un dinosaure
- les changements sur la Terre
- la paléontologie en Alberta
- le dossier des fossiles et l'Albertosaurus
- l'Alberta dans le passé

La vie d'un carnivore : l'Alberto-saurus

Leçons du passé
- les grands écosystèmes d'aujourd'hui
- comment les choses vivantes s'adaptent aux changements dans les écosystèmes
- les changements actuels dans l'écologie mondiale et les leçons du passé

La vie et la mort au crétacé supérieur
- le mouvement de l'énergie dans une biosphère
- l'écosystème du crétacé supérieur
- le changement dans les écosystèmes : qu'est-ce qui a tué les dinosaures?

Comment fonctionne le moteur d'une automobile?
- les hydrocarbures en tant que carburant
- les réactions chimiques dans le moteur à combustion interne
- l'équilibre dans les réactions chimiques
- l'oxydoréduction et le contrôle de la pollution

L'automobile

Du pratique au critique?
- l'effet de serre et le moteur à essence
- le fonctionnement sécuritaire de l'automobile
- les solutions de rechange à l'automobile

Le mouvement d'une automobile
- la conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique
- l'entretien de base d'une automobile
- description du mouvement des objets
- les lois de Newton, l'efficacité du carburant et la conception de l'automobile
- le moment (la vitesse) et la conduite sécuritaire

Sujets unificateurs types pour Sciences 30

Maintien d'un milieu artificiel
- la chimie d'un milieu
- le contrôle de la qualité de l'environnement
- la gestion des déchets
- les demandes énergétiques dans une station spatiale, l'énergie hélioélectrique

La vie à bord d'une station spatiale

La communication avec une station spatiale
- la théorie des champs
- le spectre électromagnétique
- l'étude de l'univers depuis une station spatiale
- les besoins énergétiques dans le monde et le rôle d'une station spatiale

La vie dans un milieu artificiel
- les grands systèmes du corps humain
- l'adaptation des systèmes corporels à l'apesanteur
- la prévention des maladies dans un milieu fermé
- acide/base dans la chimie sanguine

Dynamique des populations humaines
- le contrôle des maladies
- le contrôle des naissances
- l'extension de la durée de vie et la qualité de vie
- le taux actuel de croissance de la population et les conséquences

Croissance et contrôle de la population

Besoins énergétiques d'une population en croissance
- le Soleil en tant que principale source d'énergie sur la Terre
- les sources d'énergie renouvelables et non renouvelables
- l'équilibre entre la consommation d'énergie et la qualité de vie
- les énergies de remplacement possibles : risques et avantages

La croissance de la population et l'environnement
- le contrôle de la pollution
- les effets sur l'environnement des acides, des bases et des composés organiques
- la technologie de surveillance par satellite de l'environnement et des effets de l'augmentation de la pollution

Ces idées ont été fournies comme exemples pour illustrer la façon dont les cours de sciences peuvent être unifiés. La plupart des enseignants développeront leurs propres idées originales et unificatrices en s'appuyant sur les besoins et les intérêts de leurs élèves et sur la disponibilité des ressources.

Étape nº 3 : Édification de cours étendus unifiés

La dernière étape de la conception d'un cours de sciences unifié comprend l'extension des sujets en vue de faire du cours un tout cohérent.

La dernière étape de la conception d'un cours de sciences unifié comprend l'extension des sujets en vue de faire du cours un tout cohérent. Ce qui se développe dans cette étape est le plan d'un cours où sont énumérés l'idée centrale, unificatrice, et les sous-thèmes, avec une répartition ultérieure du contenu que l'on peut trouver dans le document des programmes d'études de Sciences 10-20-30. Les enseignants ont trouvé que la planification coopérative était utile, à cette étape, pour mettre sur pied un cours unifié. Certaines des méthodes de remue-méninges et d'élaboration qui se trouvent dans les sections de ce guide portant sur le développement des habiletés de pensée pourraient servir à étendre les sujets d'une idée unificatrice.

La mise sur pied d'un cours de sciences unifié est très exigeante. Elle demande de la part de l'enseignant de l'ingéniosité et une planification minutieuse, et de la part des élèves, qu'ils ne dépendent pas de l'utilisation séquentielle du manuel de l'élève. Les enseignants trouvent cependant que le défi présenté par les cours de sciences unifiés leur apporte une grande satisfaction. Dans les écoles où des cours de sciences unifiés ont été mis sur pied, on peut voir :

a. une augmentation dans l'inscription facultative aux cours de sciences;
b. une plus grande proportion des élèves ayant choisi d'aller au postsecondaire prendre les sciences comme matière principale plutôt que comme approche disciplinaire traditionnelle;
c. les notes des élèves prenant les cours de sciences unifiés être au moins aussi bonnes que celles de leurs pairs ayant choisi des cours de sciences orientés vers une discipline;
d. les élèves développer un plus haut niveau de culture scientifique lorsqu'ils prennent des cours de sciences unifiés.

Ces résultats sont une invitation pour les enseignants de sciences à explorer les possibilités de mise sur pied de cours de sciences unifiés dans leurs écoles.

Liens avec l'environnement

POLITIQUE DU MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DE L'ALBERTA

L'un des buts des programmes scolaires est d'aider les élèves à penser de façon critique et à prendre des décisions de façon responsable fondées sur une analyse minutieuse de la situation. La politique encourage les élèves à *s'engager toujours plus à fond à utiliser judicieusement les ressources naturelles ainsi qu'à préserver et améliorer l'environnement physique.* (Les buts de l'éducation, adoptés par l'Assemblée législative en 1978.)

L'étude de l'environnement est ainsi perçue comme une activité interdisciplinaire, en harmonie avec les buts de l'éducation fondamentale et tirant parti des ressources de maints organismes gouvernementaux, sociaux et privés ainsi que de nombreux groupes et individus.

Le ministère de l'Éducation de l'Alberta reconnaît qu'il partage la responsabilité de s'assurer que des activités appropriées conduisant à ce but soient mises sur pied. L'étude de l'environnement est ainsi perçue comme une activité interdisciplinaire, en harmonie avec les buts de l'éducation fondamentale et tirant parti des ressources de maints organismes gouvernementaux, sociaux et privés ainsi que de nombreux groupes et individus.

L'Alberta a préparé une liste de concepts, habiletés et attitudes indispensables que les élèves doivent développer pour pouvoir fonctionner au sein de la société et y apporter une contribution. La liste porte sur les résultats des apprentissages dans dix domaines, y compris celui de la sensibilisation aux grands problèmes écologiques. Tout au long de la révision des cours actuels et de l'élaboration de nouveaux cours, on s'assure que les résultats indispensables des apprentissages de l'élève sont bien intégrés au nouveau contenu.

Dans le cas du programme de sciences au secondaire deuxième cycle, l'accent mis sur le concept STS place les questions écologiques influencées par les sciences et la technologie dans le contexte d'un choix d'actions qui est le plus approprié à la situation. Les élèves explorent comment les connaissances scientifiques et technologiques peuvent nous aider à prendre des décisions éclairées sur des sujets controversés, et à prendre conscience de la façon dont les pressions sociétales influencent ces décisions.

INTÉGRATION DES CONCEPTS ÉCOLOGIQUES DANS LES COURS DE SCIENCES

D'accord avec la politique du ministère de l'Éducation de l'Alberta, la plupart d'entre nous appuieraient l'idée que l'éducation doit aider l'élève à prendre conscience de l'environnement et ses problèmes, à s'y sensibiliser, à acquérir des connaissances et une compréhension de l'environnement, à développer des attitudes, des valeurs et des comportements positifs envers l'environnement, à acquérir les habiletés nécessaires au bon exercice de ses responsabilités civiques envers l'amélioration et la protection de l'environnement à tous les niveaux, c'est-à-dire régional, national, mondial et universel. Ce faisant, l'étude de l'environnement doit considérer toutes les facettes de l'environnement : naturelles, construites, technologiques, socio-économiques, politiques, culturelles, morales et esthétiques, et reconnaître leur interdépendance, en soulignant la continuité durable qui lie les actes d'aujourd'hui aux conséquences de demain, ainsi que le besoin de penser en termes universels.

En résumé, l'enseignement des sciences au sein d'un contexte sciences-technologie-société centré sur l'environnement doit aider les élèves à développer leur sens de responsabilité et d'engagement envers l'avenir, en les préparant à assumer le rôle qui consiste à protéger et à améliorer l'environnement pour les générations actuelles et futures de tout ce qui vit.

Pour accomplir cela dans les programmes de sciences, l'enseignement des sciences doit être continu, se retrouver à tous les niveaux scolaires et offrir aux élèves des expériences aussi concrètes et directes que possible, les amenant à enquêter sur de vrais problèmes et questions relevant de la société, de la technologie et de l'environnement, au sein de leur propre communauté, en adoptant un point de vue neutre, *ne prenant position ni pour ni contre.*

En résumé, l'enseignement des sciences au sein d'un contexte sciences-technologie-société centré sur l'environnement doit aider les élèves à développer leur sens de responsabilité et d'engagement envers l'avenir, en les préparant à assumer le rôle qui consiste à protéger et à améliorer l'environnement pour les générations actuelles et futures de tout ce qui vit.

Dans tout le programme de sciences au secondaire deuxième cycle, les habiletés et attitudes associées à l'étude de l'environnement sont aisément identifiables et peuvent être résumées sous la forme des énoncés de buts généraux suivants.

Assises écologiques... Connaissance de concepts-clés et de principes écologiques connexes

1. Les élèves acquièrent suffisamment de connaissances sur l'écologie pour pouvoir prendre de bonnes décisions écologiques à l'égard des êtres humains comme de l'environnement.

Sensibilisation aux questions et aux valeurs humaines... La connaissance de la façon dont les activités humaines peuvent influencer la relation entre la qualité de la vie et la qualité de l'environnement

2. Les élèves acquièrent une compréhension de la façon dont les activités culturelles humaines (économie, religion, politique, coutumes sociales, etc.) influencent l'environnement.

3. Les élèves acquièrent une compréhension de la façon dont le comportement individuel de l'être humain affecte l'environnement.

4. Les élèves acquièrent une compréhension d'une vaste gamme de questions environnementales et des implications à la fois écologiques et culturelles de ces questions.

5. Les élèves acquièrent une compréhension des diverses solutions de rechange pour résoudre (totalement ou en partie) les questions environnementales particulières. Ils étudient les implications écologiques et culturelles de ces solutions.

6. Les élèves acquièrent une compréhension des rôles joués dans les questions environnementales par des valeurs humaines qui diffèrent.

L'étude et l'évaluation des problèmes et des solutions... Développement des habiletés nécessaires pour l'étude et l'évaluation réelles des problèmes environnementaux et des solutions de rechange permettant de régler ces problèmes

7. Les élèves développent des habiletés qui leur permettront d'identifier et d'examiner des problèmes environnementaux en utilisant à la fois des sources primaires et secondaires pour obtenir l'information.

8. Les élèves développent des habiletés qui leur permettront d'analyser les questions environnementales et les perspectives de valeur connexes en ce qui a trait aux implications écologiques et culturelles.

9. Les élèves développent des habiletés qui leur permettront d'identifier des solutions de rechange à des problèmes particuliers et d'évaluer ces solutions en ce qui touche les implications culturelles et écologiques.

10. Les élèves développent des habiletés qui leur permettront d'identifier et d'évaluer leurs prises de positions par rapport à une valeur au sujet de problèmes particuliers et des solutions avancées pour résoudre ces problèmes.

11. Les élèves se voient offrir l'occasion de participer au processus d'études de valeurs afin de se pencher sur leurs propres valeurs en ce qui a trait à la fois à la qualité de vie et à la qualité de l'environnement.

Action civique... Développement des habiletés nécessaires aux élèves pour prendre les mesures environnementales appropriées

12. Les élèves développent des habiletés relatives au comportement de bon citoyen, qui leur permettront d'agir individuellement ou au sein d'un groupe (ex. : gagner d'autres personnes à une cause, le consommatisme, l'action politique, les poursuites judiciaires, l'aménagement écologique) quand une action convient pour résoudre ou aider à résoudre une question environnementale donnée.

13. Les élèves se voient offrir l'occasion d'agir en tant que citoyens responsables dans le cadre d'une ou de plusieurs questions environnementales.

RETRACER LES OUVERTURES D'INTÉGRATION

À l'intérieur du nouveau programme de sciences au secondaire deuxième cycle, on a identifié au moins 493 occasions spécifiques permettant l'intégration, dans les domaines des attitudes, des concepts, des connaissances, des habiletés et des liens STS, 259 dans Sciences 10-20-30, 107 en Biologie 20-30, 76 en Chimie 20-30 et 52 en Physique 20-30. Les élèves et les enseignants bénéficient d'une orientation importante pour inclure l'étude de l'environnement dans le programme de sciences.

À l'intérieur du nouveau programme de sciences au secondaire deuxième cycle, on a identifié au moins 493 occasions spécifiques permettant l'intégration, dans les domaines des attitudes, des concepts, des connaissances, des habiletés et des liens STS.

Ces occasions tendent à suivre trois grands thèmes : l'énergie, l'impact environnemental de la technologie et la manutention sécuritaire des matériaux dangereux. Les exemples suivants, *pris avec le matériel et les directives fournies dans les trousses des cours de sciences pour le secondaire deuxième cycle*, aideront à illustrer la façon d'intégrer efficacement l'étude de l'environnement dans le programme de sciences au secondaire deuxième cycle.

Exemple nº 1

Dans le programme d'études de Sciences 10, Module 1, concept 1, le grand thème est l'énergie. Dans ce module, il y a au moins 34 occasions d'étudier l'environnement, dont neuf sont reliées au concept 1. Pour cette seule leçon, il est donc possible d'intégrer l'étude de l'environnement dans cette section en amenant les élèves à faire leur propre recherche.

Vu que la tendance dans l'enseignement des sciences est d'essayer de réduire le temps durant lequel l'enseignant dicte ses notes, les élèves se voient confrontés avec la tâche de faire plus de recherche indépendante. Cela permet à l'enseignant d'avoir plus de contact individuel avec les élèves. À la page 33 de *Enseignement et recherche* (Alberta Education, 1991), il y a un extrait du guide d'enseignement du secondaire premier cycle décrivant la façon d'apprendre aux élèves à recueillir l'information.

Si l'enseignant est prêt à encourager une approche qui tient compte de toutes les optiques, il faut aussi qu'il enseigne aux élèves la pensée critique et la résolution de problèmes. *Enseigner à penser* (Alberta Education, 1992) offre aux enseignants un bon cadre pour aider leurs élèves à affiner leurs habiletés de pensée critique.

Quand les élèves ont terminé la recherche, ils peuvent exprimer ce qu'ils ont appris sous forme de dessin. Aussi étrange que cela puisse paraître, la représentation graphique du cycle hydrologique peut revêtir de multiples aspects aussi intéressants les uns que les autres, dépendant de la créativité des élèves. Ils peuvent donner un nom approprié au dessin et y intégrer de l'information, comme la durée requise pour que de l'eau passe d'une masse d'eau importante à l'atmosphère et en retourne. Ces dessins offrent à l'enseignant un mode d'évaluation des apprentissages et aux élèves une activité amusante.

Les concepts STS peuvent facilement être intégrés dans cette leçon. Celle-ci s'accorde avec les six premiers buts de l'éducation identifiés plus haut, ainsi qu'avec les buts 12 et 13. Les élèves acquièrent une compréhension de la façon dont l'eau se recycle en lisant la documentation choisie et les connaissances s'intériorisent lorsqu'ils dessinent le cycle. Cela couvrira les six premiers énoncés des buts de l'étude de l'environnement. Si la discussion va plus loin, les élèves seront capables de prendre des décisions qui affectent leur propre vie et celle des gens autour d'eux.

L'approche intégrée couvrirait les domaines cognitif, psychomoteur et affectif. L'utilisation d'approches semblables dans d'autres modules produirait le même résultat.

Exemple nº 2

Un autre grand thème du programme de sciences au secondaire deuxième cycle est l'impact environnemental de la technologie. Dans le Module 3, Chimie 30, les sujets sont l'équilibre, la chimie des acides et la chimie des bases. Dans ce module, il y a deux liens STS qui permettent à l'enseignant d'intégrer l'étude de l'environnement dans une leçon. Le concept de chimie des acides et des bases a de nombreuses implications environnementales. La plus évidente est le problème des pluies acides.

La plupart des élèves aiment l'ambiance du laboratoire car ils y font des activités pratiques. En se servant de pH-mètres (s'ils sont disponibles), ils peuvent bâtir sur le concept du transfert des protons qu'ils ont appris en classe. Ces instruments donnent des indications plus précises de l'acidité que le papier tournesol ou les solutions indicatrices, et ils montreront les changements dans l'acidité en temps réel, ce qui intéresse beaucoup plus les élèves.

Parmi d'autres activités, il y aurait l'étude des effets de diverses concentrations d'acide sur différents matériaux (ex. : le béton, divers métaux, des tissus, des produits du bois/du papier). Les élèves pourraient utiliser différentes concentrations de vinaigre pour faire des tests gustatifs de palatabilité afin d'évaluer la tolérance de plantes/d'animaux au contenu acide des sources alimentaires qu'ils trouvent dans leur milieu respectif.

Les habiletés de pensée peuvent intervenir dans ces activités supplémentaires lorsqu'on demande aux élèves de prédire l'effet de l'acide sur les divers matériaux et les implications globales des effets potentiels de l'acide. Un bon modèle à utiliser est celui des habiletés de traitement de l'information scientifique décrit à la page 71 du document *Enseigner à penser*. En utilisant ce modèle, les élèves peuvent concevoir leurs propres expériences plutôt que de faire des expériences «en suivant la recette», pour lesquelles ils supposent normalement qu'il y a un «bon» résultat.

Les concepts couverts dans ce module englobent un certain nombre d'énoncés des buts de l'étude de l'environnement, y compris les énoncés 2, 6, 7, 9, 10 et 11. En plus d'apprendre le concept du transfert des protons dans les acides et dans les bases, les élèves acquièrent aussi une appréciation du

problème plus vaste, plus global des pluies acides tel qu'il apparaît sous la forme de sa nature chimique ou même de ses implications socio-politico-économiques.

Cet exemple, comme le précédent, englobe les domaines cognitif (contenu de la leçon), psychomoteur (habiletés de manipulation en laboratoire) et affectif (attitudes envers la création des pluies acides). Vu que le programme de sciences insiste sur le domaine affectif, il faudrait encourager les élèves à participer à des discussions alors qu'ils font les divers tests/expériences en laboratoire.

Exemple nº 3

La physique semble n'offrir que peu de liens avec les questions environnementales. Si, avec la plupart des sujets en physique, il n'y a pas de liens directs avec l'environnement, il y a par contre de nombreux concepts qui sont connexes à l'étude de l'environnement. Le Module 3, Physique 30 traite des forces et des champs magnétiques qui ont de l'importance dans la production d'électricité. L'étude de l'environnement tombe donc dans la catégorie des liens STS plutôt que dans celle des concepts ou des connaissances. Dans ce module, il y a deux ouvertures qui permettent d'explorer l'étude de l'environnement.

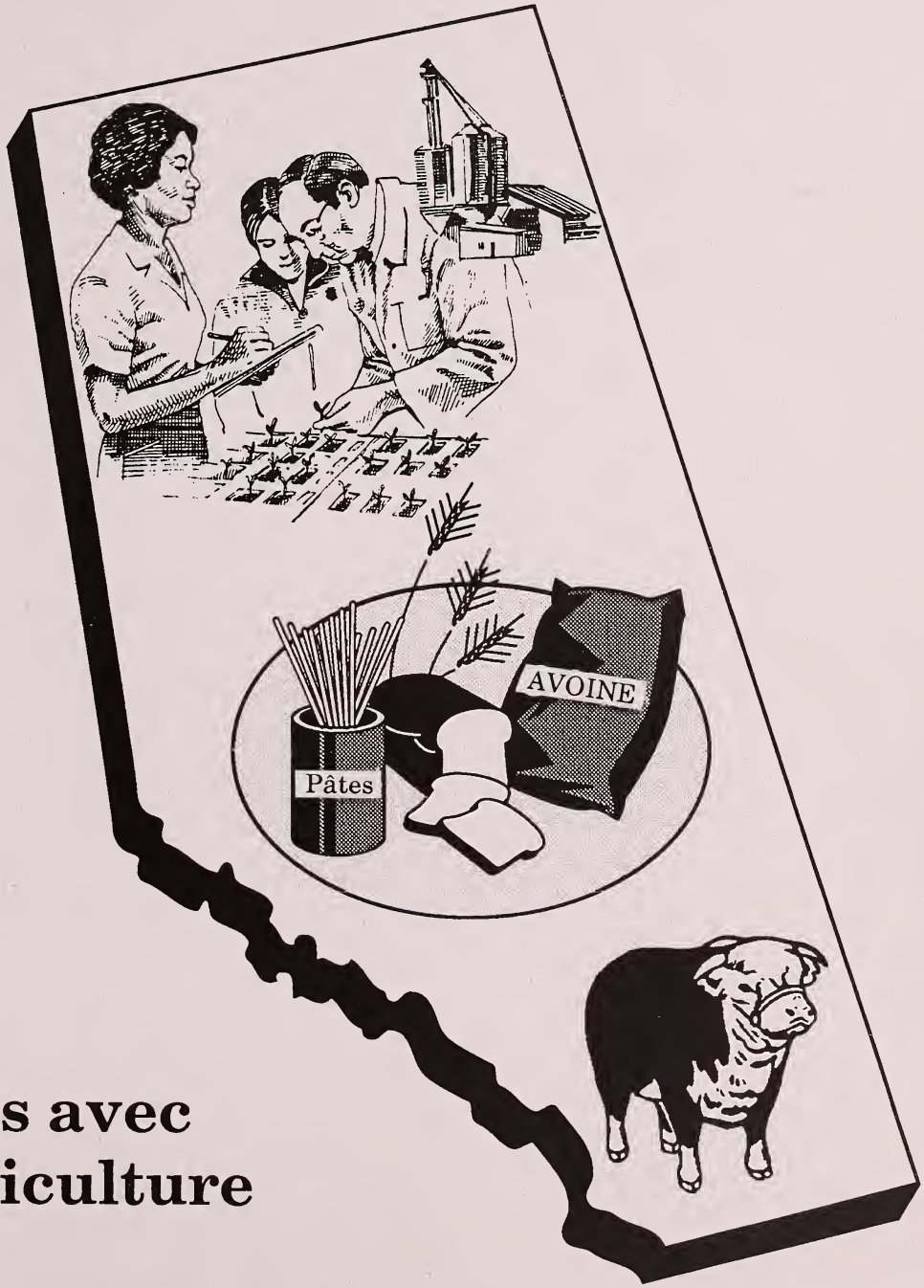
En combinant le travail en laboratoire et l'utilisation de la rédaction, il est possible de créer une approche utile à l'enseignement de ce module. Les élèves peuvent faire des expériences sur les effets des champs magnétiques, ce qui leur donne l'assise des connaissances à acquérir. Il peuvent faire des expériences sur les effets du magnétisme sur les plantes ainsi que sur les effets du magnétisme sur d'autres matériaux magnétiques.

Comme prolongement, les élèves peuvent faire de la recherche supplémentaire sur les motifs pour lesquels la supraconductivité est importante aux yeux de la société. Là encore, l'enseignant peut se reporter à la page 33 de *Enseignement et recherche* pour y trouver un guide dont les élèves peuvent se servir. Des exemples sont le transport ferroviaire à sustentation magnétique et le confinement dans la fusion nucléaire. Le lien STS comprend la réduction de la consommation des combustibles fossiles à l'aide du transport en commun et la production d'électricité grâce à la fusion nucléaire (c'est-à-dire pas de déchets radioactifs ayant une longue durée de vie et pas de danger de fusion du cœur du réacteur).

Le fait d'exposer les individus à divers styles d'apprentissage servira à développer l'utilisation d'approches plus holistiques, mieux comprises, pour traiter des questions et problèmes reliés à la fois aux sciences, à la technologie et à la société.

Ce concept peut être mis en rapport avec l'énoncé des buts pour l'étude de l'environnement 2, 5, 7, 8, 9 et 10. Vu que l'utilisation des combustibles fossiles est une question urgente, le besoin de trouver des méthodes de rechange pour la production d'électricité est important. Le lien avec le magnétisme (en particulier avec la supraconductivité) devient donc très important.

N.B.: Lorsqu'on étudie les méthodologies de l'intégration des buts et objectifs de l'étude de l'environnement dans le programme de sciences, il est important de tenir compte des préférences individuelles au plan de l'apprentissage. Souscrire à une telle approche encouragera un rapport plus personnel avec les buts et objectifs connexes. Le fait d'exposer les individus à divers styles d'apprentissage servira à développer l'utilisation d'approches plus holistiques, mieux comprises, pour traiter des questions et problèmes reliés à la fois aux sciences, à la technologie et à la société.



Liens avec l'agriculture

L'agriculture a une grande importance aux niveaux mondial, national et régional. Outre ce qui est évident - - nous devons tous manger --- l'agriculture a aussi des retombées sérieuses sur le style de vie des Albertains. Un emploi sur trois en Alberta est influencé par l'agriculture, directement ou indirectement. En outre, une bonne partie de l'économie de l'Alberta est redevable à l'industrie agricole, qui constitue surtout une activité d'exportation.

Un emploi sur trois en Alberta est influencé par l'agriculture, directement ou indirectement.

L'agriculture est donc un choix logique comme contexte d'apprentissage spécifique pour les élèves du programme de sciences au secondaire deuxième cycle. On donne ci-dessous plusieurs exemple de la façon dont le contexte de l'agriculture peut servir à faciliter l'apprentissage dans les divers programmes de sciences au secondaire deuxième cycle.

ÉLÉMENTS DES SYSTÈMES VIVANTS

En Sciences 10, Module 3, concept majeur 1, on s'attend à ce que l'élève soit capable d'identifier les éléments que l'on retrouve le plus souvent dans les systèmes vivants. On peut introduire ici une discussion sur ces éléments, le sélénium (Se) et le soufre (S). Le soufre et le sélénium appartiennent à la même famille chimique et affectent le métabolisme des plantes et des animaux, ce qui a des retombées sur l'agriculture.

À titre d'exemple, pensez à une exploitation agricole dans l'ouest de la province où les sols sont en général acides et ont un montant limité d'éléments nutritifs nécessaires, y compris de sélénium. Supposez que, dans cette région, la récolte idéale, compte tenu de l'équilibre des éléments nutritifs, est d'une tonne à l'hectare. En ajoutant des engrais à la terre, vous pouvez obtenir un rendement de deux à trois tonnes à l'hectare. L'engrais utilisé augmente la quantité de soufre dans le sol, tout en laissant inchangée la quantité de sélénium.

Lorsqu'on augmente la quantité de soufre dans le sol, le système de transport de la plante va absorber plus de soufre que de sélénium. Si la concentration de sélénium descend en dessous de 100 parties par milliard dans une récolte qui sert à nourrir les animaux, les conséquences peuvent être catastrophiques.

Les carences en sélénium peuvent mener à la maladie du muscle blanc chez les veaux et à des lésions cardiaques chez les porcs. Demandez à vos élèves d'expliquer pourquoi un producteur de bétail du sud de l'Alberta aurait rapporté des cas de maladie du muscle blanc alors que sa terre n'est pas déficiente en sélénium. Grâce à des recherches et à des études scientifiques, on a découvert que ce producteur avait acheté du foin cultivé sur un sol déficient en sélénium dans le nord-ouest de la province. On peut traiter les veaux souffrant de la maladie du muscle blanc avec des piqûres de sélénium. On peut aussi donner au bétail dont les pâturages sont déficients en sélénium des blocs de sel auxquels a été ajouté cet élément. Les agriculteurs doivent cependant faire attention vu que l'excès de sélénium peut aussi causer des problèmes. La maladie alcaline se déclare en effet chez les animaux nourris de plantes ou fourrage cultivés sur un sol qui contient un excès de sélénium. L'empoisonnement au sélénium peut amener une perte d'appétit, la perte des poils de la queue et une escarrification du sabot. L'animal finit par mourir d'arrêt respiratoire, d'inanition et de soif.

RÉACTIONS D'OXYDORÉDUCTION

En Chimie 30, Module 2, concept majeur 1, on peut analyser les réactions d'oxydoréduction qui ont lieu dans des contextes agricoles. Un exemple concerne le sélénium, l'élément dont on vient de parler dans la section précédente. Le sélénium est nécessaire aux animaux pour qu'ils produisent de la glutathion peroxydase, un enzyme qui empêche la membrane d'être endommagée par les radicaux libres et d'autres agents oxydants. Deux autres réactions d'oxydoréduction d'extrême importance pour la vie et donc pour l'agriculture sont la respiration et la photosynthèse.

ÉLIMINATION DES SOUS-PRODUITS D'ORIGINE ANIMALE

Lors de la discussion sur les problèmes d'élimination concernant les matériaux utilisés en Sciences 10, Module 3, concept majeur 3, vous pouvez donner de l'information montrant que toutes les parties du bœuf sont utilisées de façon commerciale, y compris les parties qui ne sont pas de la viande. Non seulement le bœuf produit de la viande, mais il aide aussi l'industrie médicale et il donne des sous-produits comestibles et non comestibles.

Suif (tiré de la graisse de bœuf)	Crayons de cire, explosifs, encres, craies, pneus d'automobiles, bougies, allumettes, agents adoucissants, divers savons
Glycérine (tirée du suif de bœuf) $C_3H_8O_3(CH_2OHCHOHCH_2OH)$	Rouge à lèvres, dentifrice, crèmes pour les mains et le visage, médicaments pour la toux
Premier jus (tiré de la graisse de bœuf)	Margarine, shortening, stéarine
Stéarine	Bonbons, gomme à mâcher
Sabots, cornes et os	Engrais, porcelaine tendre, colle, boutons, alimentation animale, touches de piano
Gélatine comestible venant des sabots et des os	Produits à base de gélatine, crème glacée, guimauves, viandes en conserve
Gélatine non comestible	Pellicule photographique, brosses à dents, papier sablé, cordes de violon, papier peint
Intestins	Boyaux naturels de saucisses
Cuir de vache	Articles en cuir
Poils fins des oreilles	Pinceaux pour artiste-peintre

Traduit de *Just Facts: The Alberta Beef Industry and The Environment.* Utilisé avec l'autorisation de la Alberta Cattle Commission.

CONTRÔLE DES PROCESSUS PHYSIOLOGIQUES

En Biologie 30, Module 1, concept majeur 2, lors de l'étude portant sur l'éventail des glandes endocrines, les hormones qu'elles produisent et les effets de ces hormones, vous pouvez présenter le bœuf comme un entrepôt médical ambulant.

Le pancréas du bœuf, comme celui du porc, est utilisé pour isoler l'insuline. Pour fournir assez d'insuline à un diabétique durant une année, il faut 26 pancréas d'animaux. L'insuline servant au traitement du diabète ne vient pas que du pancréas des animaux. Aujourd'hui, plus de la moitié de l'insuline au Canada est produite à partir d'un procédé de génie génétique. (En 1992, 45 pour cent venait de sources animales mixtes et 55 pour cent était de l'insuline synthétique créée par l'homme grâce au génie génétique.)

Le tableau suivant offre des exemples supplémentaires.

PRODUITS MÉDICAUX TIRÉS DU BŒUF	
Produit médical	**Utilisation**
Insuline - tirée du pancréas	Traite le diabète
ACTH (hormone corticotrope) tirée de l'hypophyse	Traite la leucémie, l'anémie, les allergies, les maladies respiratoires
TSH (thyréostimuline) - tirée de la thyroïde	Stimule la glande thyroïde
Héparine - tirée des poumons	Traite les brûlures, les engelures
Thrombine - tirée du sang	Favorise la coagulation sanguine
Épinéphrine - tirée des glandes surrénales	Soulage les symptômes du rhume des foins, de l'asthme, des allergies
Hormone parathyroïdienne - tirée des parathyroïdes	Traite la déficience thyroïdienne
Rénine - enzyme faible tiré de l'estomac	Aide les nourrissons à digérer le lait

Traduit de *Just Facts: The Alberta Beef Industry and The Environment.* Utilisé avec l'autorisation de la Alberta Cattle Commission.

Après avoir étudié ce sujet, l'enseignant peut présenter la question controversée suivante : «Est-ce qu'on devrait utiliser le bétail comme un entrepôt médical?» Les élèves peuvent ensuite faire des recherches et jouer divers rôles comme ceux de l'activiste qui défend les animaux, du chercheur médical, du diabétique, du représentant d'une compagnie pharmaceutique, de l'actionnaire de la compagnie et du citoyen ordinaire. Demandez aux élèves qui jouent ces rôles de présenter leur cas devant une commission gouvernementale chargée d'étudier la loi visant à empêcher que l'on considère le bœuf comme un entrepôt pharmaceutique.

PRODUCTION ALIMENTAIRE ET TRANSFORMATION DES PRODUITS ALIMENTAIRES

En Biologie 20, Module 4, concept majeur 1, on peut explorer le rôle des additifs alimentaires dans l'industrie agricole. On a beaucoup débattu du fait que le bœuf élevé à des fins commerciales en Alberta pourrait contenir des quantités d'antibiotiques et d'hormones qui pourraient représenter un danger, surtout pour les enfants. (On donne des antibiotiques au bétail afin de prévenir ou de guérir les maladies.) Dans le but d'assurer la protection du public albertain, le bœuf qui contient des traces d'antibiotiques ou des montants d'hormones excédant les niveaux établis par le gouvernement fédéral ne peut être vendu. L'œstradiol, une forme

d'œstrogène, est un anabolisant qui augmente l'efficacité de l'animal à convertir l'énergie ou la nourriture en muscle plutôt qu'en graisse. Le bétail métabolise ou décompose l'œstradiol dans son organisme.

Dans certains cas, on peut administrer de l'œstrogène aux vaches destinées à la reproduction pour uniformiser les cycles. Cela permet à l'éleveur de planifier la saison de vêlage à un moment propice plutôt que de l'avoir répartie sur toute l'année et donc à des époques où les conditions climatiques pourraient être mauvaises.

COMPARAISON DES TAUX D'ŒSTROGÈNE	
Source	**Œstrogène (en nanogrammes*)**
100 g de bœuf venant d'un bouvillon non traité	1,2
100 g de bœuf venant d'un bouvillon traité	1,9
100 g de pois	400
100 g de choux	2 400
Production quotidienne chez un garçon	41 000
Production quotidienne chez une femme (pas enceinte)	480 000 en moyenne (varie avec le cycle menstruel)

Comparaisons
Niveaux d'œstrogène : 1 chopine de bière = 100 g de bœuf

Dose quotidienne de contraceptifs oraux : 2 500 fois plus élevée qu'une portion de bœuf venant d'un animal traité.

*Nanogramme : un milliardième de gramme

Traduit de *Just Facts: The Alberta Beef Industry and The Environment.* Utilisé avec l'autorisation de la Alberta Cattle Commission.

Dans le même module, lors de l'étude du rôle de l'irradiation afin d'éviter la détérioration des aliments, vous pouvez vous pencher sur le procédé de la réfrigération par eau glacée, qui est utilisé pour le maïs récolté dans la région de Taber en Alberta. Après que le maïs a été récolté, il est immédiatement expédié à l'usine de traitement. Là, il passe dans une machine qui verse de l'eau glacée sur les épis. Ce procédé de réfrigération par eau glacée aide à conserver les épis frais et à éviter qu'ils se détériorent. La réfrigération par eau glacée ralentit le métabolisme de la plante. Elle arrête la

conversion du sucre du maïs en amidon. Le sucre a un goût particulier alors que l'amidon est insipide. Les fruits et légumes qui viennent d'être cueillis et ramassés ont un goût plus sucré que les fruits et légumes qui sont restés longtemps au soleil ou dans un bac de stockage. Si on ne les refroidit pas après la récolte, la conversion du sucre en amidon se poursuit, ce qui réduit la saveur sucrée.

LA BIOSPHÈRE

Les élèves doivent avoir l'occasion d'explorer diverses perspectives sur les questions reliées à la science et pouvoir se faire une opinion en toute connaissance de cause, opinion qu'ils peuvent modifier s'ils acquièrent plus d'information.

Lors de l'explication du cycle hydrologique et du bilan hydrologique des systèmes agricoles dans le Module 1, Biologie 20 et dans le Module 2, Sciences 20, il est important d'examiner tous les aspects d'une question comme les systèmes d'irrigation et la construction de barrages tels que celui de la rivière Oldman. Si les médias ne donnent que le point de vue des écologistes et des activistes, il en résulte une perspective biaisée et étroite des avantages et risques reliés à la culture irriguée. Les élèves doivent avoir l'occasion d'explorer diverses perspectives sur les questions reliées à la science et pouvoir se faire une opinion en toute connaissance de cause, opinion qu'ils peuvent modifier s'ils acquièrent plus d'information. On peut imaginer que le sud de l'Alberta serait désertique s'il n'y avait pas d'irrigation et si l'on n'y construisait pas de barrages. L'irrigation a permis de convertir des terres arides en terres productives et a eu un effet très positif sur l'économie d'exportation de la province. Plus de 100 cultures différentes poussent dans le sud de l'Alberta, qui sont uniquement des marchandises d'exportation, et dont un grand nombre disparaîtrait sans l'irrigation. Cette dernière a apporté au sud de l'Alberta et à toute la province un bénéfice économique. Ce point de vue sur l'agriculture est important et il faut à tout prix que les élèves s'y intéressent.

Dans le Module 2, Sciences 20 et dans le Module 3, Biologie 20, lors de l'étude de la biosphère et des écosystèmes, les élèves peuvent examiner les effets possibles des systèmes d'irrigation sur les différents écosystèmes de notre environnement.

Vous pouvez créer pour votre classe une excellente activité de jeu de rôles portant sur un problème controversé, en partant du fait qu'on devrait ou non construire des barrages dans le sud de l'Alberta.

Pour démontrer la façon dont les écosystèmes changent avec le temps, l'idéal serait de faire une étude sur le terrain d'un pâturage qui a été laissé à l'abandon à divers intervalles. Une autre façon de procéder serait de faire une étude graphique avec exposition et analyse de diverses images

représentant des terres qui ont peu à peu été colonisées par les herbes, puis les buissons nains et finalement les arbres. La succession écologique a lieu sur une longue durée dans les pâturages et les photos montrant différents lopins de terre qui révèlent les étapes de la succession végétale du pâturage à la forêt constituent une méthode d'enseignement efficace lorsqu'il n'est pas possible de faire une étude sur le terrain.

PENSER VERT

En Sciences 30, Module 2, concept majeur 4 et en Chimie 20, Module 4, concept majeur 1, penchez-vous sur la façon dont l'industrie de la betterave à sucre peut avoir un effet spectaculaire sur notre vie. La recherche a révélé que les sous-produits de la betterave à sucre, parmi lesquels on compte la pulpe de betterave et la mélasse, peuvent être utilisés dans l'industrie, l'alimentation animale, les produits pharmaceutiques et l'alcool. Des usages particuliers incluront peut-être un jour la production de plastiques biodégradables, les surfactifs que l'on utilise pour faire du savon et les revêtements antidérapants et antirouille placés sur les routes. Tous ces usages peuvent représenter d'intéressants sujets pour les élèves.

ÉNERGIES DE REMPLACEMENT

L'objectif de Chimie 30, Module 1 et de Sciences 30, Module 4, concept majeur 1, peut être démontré dans l'activité 9 de *The Business of Agriculture, Fuelling the World of Wheels*, un document disponible auprès du programme Agriculture dans la classe. Dans cette activité, les élèves étudient la technologie de la production de l'éthanol comme source d'énergie de remplacement. On encourage les élèves à reconnaître la créativité à l'œuvre dans la conception de méthodes de rechange permettant d'utiliser l'énergie tirée de la biomasse et à apprécier la possibilité d'utiliser la biomasse comme source d'énergie de remplacement.

En couvrant le sujet de l'exploitation du vent, qui est une autre source d'énergie de remplacement, penchez-vous sur l'exemple d'une ferme d'élevage de dindes où l'électricité vient en partie de l'énergie éolienne, près de Taber en Alberta. L'énorme éolienne, alimentée par les vents puissants du col Crowsnest, produit assez d'énergie électrique pour faire fonctionner l'exploitation et, aux heures de pointe, alimente avec son surplus le réseau électrique de la province.

CINÉMATIQUE ET DYNAMIQUE

Lorsque vous expliquez les concepts de la cinématique et de la dynamique en Physique 20, Module 1, choisissez quelques contextes agricoles pour les problèmes que vous offrez. Par exemple, quelle est l'énergie potentielle d'une botte de foin de 80 kg si on la soulève au sommet d'une meule de foin à 10 m au-dessus du sol? Quelle est la vitesse de la botte juste avant qu'elle touche le sol? Quelle est l'impulsion de la botte? Faites calculer aux élèves la puissance de l'équipement agricole et le travail produit.

Faites calculer aux élèves la puissance de l'équipement agricole et le travail produit.

Dans le Module 2, Physique 20, les élèves peuvent observer l'application des principes du mouvement circulaire uniforme à divers types de machines agricoles. Sur les moissonneuses-batteuses utilisées pour récolter les pois, il y a un tambour circulaire qui sépare les cosses des plants. On utilise aussi un tambour sur les moissonneuses-batteuses pour séparer le grain de l'enveloppe.

En résolvant les problèmes du mouvement des satellites à l'aide d'une approximation du mouvement circulaire, expliquez aux élèves comment l'agriculture utilise les satellites. Ces derniers fournissent des renseignements immédiats et précis sur le statut des récoltes et des sols. Grâce aux images satellites, les agronomes peuvent prédire quelles régions de la province souffriront de la sécheresse et quelles régions seront productives.

On peut demander aux élèves d'évaluer comment leur régime de vie serait affecté dans une station spatiale. À quelles difficultés devraient-ils faire face sur le plan de l'agriculture? Comment les plantes réagiraient-elles à l'apesanteur? Qu'est-ce qui arriverait, selon eux, aux graines de tomates ramenées d'une mission de la navette spatiale?

LUMIÈRE ET ÉNERGIE

En Physique 20, Module 4, concept majeur 1, les élèves doivent démontrer qu'ils comprennent l'effet de la lumière sur les organismes vivants. Demandez aux élèves quel effet a la lumière sur la croissance de certaines cultures. Demandez-leur par exemple de comparer l'effet de la lumière sur des plants de champignons avec celui sur des plants de fèves ou de tomates.

Demandez aux élèves quel effet a la lumière sur la croissance de certaines cultures.

En Physique 30, Module 1, objectif 2, lors de l'étude et du rapport sur la technologie mise au point pour améliorer

l'efficacité du transfert de l'énergie, penchez-vous sur l'efficacité de l'équipement agricole. Au cours du XIXe siècle et au début du XXe, les agriculteurs se servaient de chevaux pour tirer leurs charrues et leurs chariots. Avec le progrès de la technologie, le cheval a été remplacé par des machines modernes efficaces sur le plan mécanique. De quelles innovations les tracteurs, les moissonneuses-batteuses et les systèmes d'irrigation ont-ils été l'objet pour devenir plus efficaces sur le plan de l'énergie?

De quelles innovations les tracteurs, les moissonneuses-batteuses et les systèmes d'irrigation ont-ils été l'objet pour devenir plus efficaces sur le plan de l'énergie?

Bien des progrès ont été réalisés dans la culture irriguée. Des documents historiques montrent que les Égyptiens utilisaient l'irrigation en l'an 2000 avant Jésus-Christ. Ils se servaient d'un système à gravité. Les Égyptiens cultivaient leurs champs en pente et canalisaient l'eau dans des sillons creusés dans le sol. Aujourd'hui, des agriculteurs utilisent encore cette irrigation «en amont». Les champs ont une pente de façon que l'eau, acheminée d'un réservoir avec bâches de retenue jusqu'à des siphons de distribution en plastique, s'écoule vers le bas.

Avec le temps, on a inventé un arroseur automoteur avec rampe mobile en ligne. L'eau était pompée d'un réservoir au système de rampe mobile en ligne, pouvant atteindre 400 m de long. Le système était fait de sections de tuyaux galvanisés, dont chacune possédait des têtes d'arrosage. Toutes les six heures, l'agriculteur devait déplacer le système d'irrigation à gauche ou à droite sur toute la superficie du champ.

On a enfin inventé un système d'irrigation «par rampes pivotantes». Cette machine se déplace automatiquement en tournant dans le champ, contrôlée par un système d'ordinateur ou un panneau de contrôle sur l'articulation. L'agriculteur peut programmer la quantité d'eau qu'il veut mettre dans le champ et combien de fois au cours d'une certaine période il veut que la rampe pivote. Ce système d'irrigation prend moins de temps mais coûte plus cher que d'autres types de systèmes.

GÉNÉTIQUE ET ADAPTATION

En Sciences 20, Module 2, concept majeur 5, et en Biologie 20, Module 3, lorsqu'on étudie comment les populations sont adaptées à leur environnement, on peut examiner les implications de l'élevage d'animaux sauvages (ex. : l'élevage de l'orignal).

La section sur la génétique dans Biologie 30, Module 3 est un très bon endroit pour intégrer l'agriculture. À la station de

La recherche génétique englobe plus que les simples cultures. La recherche génétique sur le bétail a abouti à une reproduction visant des attributs spécifiques, comme la production exceptionnelle de lait ou de viande.

recherche de Lethbridge d'Agriculture Canada, les chercheurs font des croisements génétiques pour créer de nouveaux types de graines et semences capables de résister à diverses maladies, aux caractéristiques du sol et aux saisons de croissance, améliorant ainsi l'industrie agricole de la province. Lorsque de nouvelles variétés de grains sont créées, des échantillons sont envoyés dans des banques de semences pour être conservés en sécurité.

Des espèces de graines indigènes sont aussi envoyées dans les banques de semences de divers pays pour éviter la disparition de toute espèce de graine. Une banque nationale de semences est une ressource qui peut fournir un vaste fonds génétique commun. Ce dernier permet de conserver la diversité végétale nécessaire pour la résistance aux maladies et la survie aux rigueurs de l'environnement. Par exemple, au début des années soixante-dix aux États-Unis, le plus important hybride de maïs utilisé pour la culture de cette céréale était sujet à la pourriture du maïs. Sans l'accès à une banque de semences, la découverte d'un gène qui pouvait résister à la pourriture du maïs aurait été impossible et on peut même imaginer qu'on n'aurait pas de maïs aujourd'hui. Le fonds génétique commun a aussi permis de trouver un gène qui serait résistant à la rouille du blé, à la mouche à scie du blé et à la jambe noire du colza. Le centre de ressources au pays est constitué par les Ressources phytogénétiques du Canada et il se spécialise dans l'avoine et l'orge.

La recherche génétique englobe plus que les simples cultures. La recherche génétique sur le bétail a abouti à une reproduction visant des attributs spécifiques, comme la production exceptionnelle de lait ou de viande. La reproduction s'exécute grâce à des moyens naturels aussi bien qu'artificiels.

Western Breeders à Balzac, Independent Breeders également à Balzac, et Universal Breeders à Carstairs sont trois compagnies albertaines qui exportent de la semence de taureau et des embryons de bovins pour des programmes d'insémination artificielle. Les avantages qu'il y a à utiliser l'insémination artificielle (IA*) sont les suivants :

- possibilité d'utiliser des taureaux de constitution génétique supérieure;
- diminution des risques de maladies vénériennes;
- réduction dans le retard éventuel de la conception dû à la stérilité du géniteur;
- possibilité d'utiliser plus d'un taureau ou race dans les programmes de reproduction;

- coût en général plus faible de l'utilisation de l'IA par rapport à l'achat et à l'entretien d'un très bon taureau sur l'année complète.

* L'information sur l'IA a été tirée des dossiers permanents du ministère de l'Agriculture de l'Alberta, p. 38.

CONTRÔLES BIOLOGIQUES

En Sciences 10, Module 2, concept majeur 4, lors de l'étude des aspects positifs et négatifs des pesticides systémiques couramment utilisés, penchez-vous sur l'utilisation des contrôles biologiques dans l'agriculture. Un exemple en est la carpe de roseau triploïde qui fait actuellement l'objet d'une étude à la station de recherche de Lethbridge. Ces carpes stériles seront peut-être finalement utilisées pour débarrasser les canaux d'irrigation des herbes qui les encombrent. Faites évaluer par les élèves les avantages et les inconvénients qu'il y a à relâcher la carpe dans les canaux. Que se passerait-il si ces carpes arrivaient à s'échapper du réseau de canaux et à pénétrer dans un réservoir ou dans un lac? Est-ce que les savants vont pouvoir mettre au point des moyens fiables pour garder la carpe dans les zones désignées des canaux d'irrigation? Est-ce qu'ils pourraient utiliser des barrières soniques? On peut se procurer le document où est contenue l'information sur ce sujet, intitulé «Triploïd Grass Carp Research in Alberta» préparé par le Committee on Biological Control of Aquatic Vegetation, auprès du président du comité, E. D. Lloyd, en composant le 381-5539. L'idée des barrières soniques a été tirée du *Alberta Agriculture Research Report*, volume 5, numéro 2, novembre 1990.

ÉNERGIE THERMIQUE

En Sciences 10, Module 1, le concept majeur 2 relie les différentes saisons de croissance à la quantité d'énergie solaire absorbée sous les différentes latitudes. Le sud de l'Alberta reçoit plus d'«unités thermiques» (énergie) de croissance que le nord de la province. Le genre de cultures qu'on fait pousser dans chaque région dépend du nombre d'unités thermiques de croissance disponibles. Par exemple, la culture du tournesol et du maïs sucré réussit beaucoup mieux dans le sud de l'Alberta.

À l'aide de la même unité, on peut calculer la quantité d'énergie thermique absorbée ou libérée en se servant de la formule $Q = mc\ (T_2 - T_1)$. Les jours froids de l'hiver, les agriculteurs mettent souvent des seaux contenant 30 L d'eau dans leurs caves à légumes. À mesure que la température de l'eau baisse et que l'eau commence à geler, elle libère de

l'énergie sous forme de chaleur. Cette dernière est suffisante pour empêcher les légumes de geler. Faites calculer aux élèves la quantité d'énergie perdue par 30 L d'eau à 31 °C si la température finale est de 1 °C.

$$Q = mc(T_2 - T_1)$$
$$Q = (30\ \text{kg})(4{,}19\ \text{kJ/kg °C})(31\ \text{°C} - 1\ \text{°C})$$
$$Q = (30\ \text{kg})(4{,}19\ \text{kJ/kg °C})(30\ \text{°C})$$
$$Q = 3771\ \text{kJ}$$

En Chimie 30, Module 1, vous pouvez calculer les changements d'enthalpie associés aux changements physiques et chimiques de la matière en agriculture. Un changement de phase se produit lorsqu'on ajoute de l'ammoniac à de l'eau pour faire une solution d'engrais. Ce changement de phase est endothermique.

RESSOURCES POUR LE PROGRAMME D'AGRICULTURE DANS LA CLASSE

Que vous commenciez ou que vous continuiez à utiliser les contextes de l'agriculture dans la classe de sciences, vous pouvez faire appel à de nombreux documents et ressources d'appui.

The Business of Agriculture, Science 10, 20, 30

Publié par le ministère de l'Agriculture de l'Alberta, cet ouvrage de référence a été conçu pour aider l'enseignant dans ses plans de leçons. L'activité 11 par exemple, intitulée «Dans la vallée des éléments nutritifs», est un exercice à faire en classe où sont discutées les théories à l'origine des plastiques biodégradables.

<u>Le programme des Ambassadeurs de l'agriculture</u>

Si votre école s'est jointe au réseau des Ambassadeurs de l'agriculture, parlez avec l'ambassadeur qui est dans votre école. Il a accès à l'information courante sur les ressources concernant l'agriculture, sous forme de plans de leçons, de matériel imprimé, de matériel audiovisuel et de listes de conférenciers/programmes spéciaux. L'ambassadeur peut faire appel à des personnes-ressources du cercle de conférenciers des Ambassadeurs de l'agriculture. Ces conférenciers sont disponibles pour donner des ateliers et des séances d'information durant les journées pédagogiques ou lors de réunions spéciales. Le programme Agriculture dans la classe cherche à garantir que toutes les écoles de la

province sont représentées par un ambassadeur. Si votre école n'en a pas un, proposez vous-même le ou les noms de candidats au programme Agriculture dans la classe.

Institut agricole d'été

Ce programme est un cours intensif de deux semaines qui présente aux enseignants de tous les domaines et niveaux scolaires des sujets et de l'information sur l'agriculture qui peuvent être utilisés dans la classe. Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Programme Agriculture dans la classe
Alberta Agriculture, Education Branch
J.G. O'Donoghue Building
7000, 113 Rue, 2e étage
Edmonton (Alberta) T6H 5T6
Téléphone : 427-2402

The Research Report

C'est une excellente publication de la Research Division du ministère de l'Agriculture de l'Alberta, qui paraît dix fois par an. Pour en obtenir un exemplaire gratuit, veuillez communiquer avec :

Alberta Agriculture
Research Division, Research Report
J.G. O'Donoghue Building
7000, 113 Rue, bureau 202
Edmonton (Alberta) T6H 5T6
Téléphone : 427-1956

Just Facts

Vous pouvez vous procurer ce dossier utile de fiches techniques auprès de la Alberta Cattle Commission :

6715, 8e Rue nord-est, bureau 216
Calgary (Alberta) T2E 7H7

Dossiers suspendus

Découpez, dans des revues et journaux, des articles qui se rapportent à l'agriculture et conservez-les dans une chemise. Vous ne savez jamais quand vous en aurez besoin.

La technologie et les médias

LA TECHNOLOGIE ET LES MÉDIAS

Dave Jordan

Ce qui suit est un guide permettant de choisir et d'utiliser les médias dans divers types de situations d'apprentissage, en particulier dans celui des sciences. Le guide est conçu afin d'aider l'enseignant à utiliser les médias dans une situation d'enseignement ainsi que d'encourager l'utilisation des médias et de la technologie par les élèves, en vue d'améliorer leurs habiletés d'observation, d'analyse et de communication.

La formation des enseignants dans l'utilisation des médias et de la technologie varie énormément.

La formation des enseignants dans l'utilisation des médias et de la technologie varie énormément. Le texte ci-dessous fournit de l'information de base, tandis que la liste des ressources présente des références pouvant servir à une exploration plus poussée.

QUE SONT LES MÉDIAS ET LA TECHNOLOGIE?

Au cours du processus de création des milieux d'apprentissage, on utilise une grande variété de médias et de technologies comme supports pédagogiques. La bande vidéo, le vidéodisque audionumérique, les diapositives et les programmes d'ordinateurs contiennent tous des messages et concepts livrés par le biais des technologies qui leur sont reliées.

Pour extraire et utiliser les programmes (contenu), il faut absolument avoir le média (film) et utiliser la technologie (projecteur).

Pourquoi les médias et la technologie sont-ils importants dans l'enseignement des sciences?

Les enseignants reconnaissent la diversité des modes selon lesquels les élèves apprennent. Ils apprennent en se servant de leurs sens et plus ils en utilisent, plus l'expérience est enrichie et renforcée, ce qui amène un plus haut degré d'intériorisation de cette expérience de la part de l'observateur.

Le fait d'entendre et de voir un phénomène est un prélude aux activités dans lesquelles l'élève se lance pour mieux comprendre une situation.

Comme dit le vieux dicton...

> Dis-moi – J'entends,
> Montre-moi - Je vois,
> Laisse-moi faire - Je comprends!

Le fait d'entendre et de voir un phénomène est un prélude aux activités dans lesquelles l'élève se lance pour mieux comprendre une situation.

Certains élèves préfèrent apprendre en écoutant et d'autres, en manipulant. Certains s'orientent vers la représentation graphique ou mentale des phénomènes. Ils traduisent les concepts et processus en équivalents visuels, qui sont ensuite manipulés mentalement.

Les médias, qui fonctionnent par le biais de diverses technologies, offrent les supports audio et visuels qui peuvent le mieux appuyer les différents styles d'apprentissage. Les médias peuvent offrir une plus grande diversité et intensité aux démarches d'apprentissage que ne pourrait le faire l'enseignant tout seul.

Grâce à des programmes soigneusement sélectionnés, les élèves peuvent assister à des reconstitutions d'époques, de lieux et d'événements dont beaucoup ne peuvent exister que par le biais de l'art et/ou des simulations à l'ordinateur.

Grâce à des programmes soigneusement sélectionnés, les élèves peuvent assister à des reconstitutions d'époques, de lieux et d'événements dont beaucoup ne peuvent exister que par le biais de l'art et/ou des simulations à l'ordinateur. Les élèves peuvent aussi faire à l'ordinateur des simulations d'événements qui prendraient en temps normal des microsecondes ou des milliards d'années. Grâce aux programmes vidéo sur bande ou sur disque audionumérique, les élèves peuvent extraire et utiliser les données visuelles produites par les superordinateurs, accélérer le temps et examiner l'effet de distorsion qui a lieu lorsque des galaxies entrent en collision. Avec les possibilités de ralenti qu'offrent la bande ou le disque, ils peuvent aussi ralentir le temps et observer les changements à l'intérieur d'une cellule lors de la division.

Avec l'accès croissant qu'a l'élève à la multimédiatisation, l'enseignant doit prendre conscience de l'avantage que représente, sur le plan de la motivation, l'utilisation des médias et des technologies en vue d'atteindre les objectifs pédagogiques.

Malheureusement, certains enseignants abordent les médias avec l'impression que la multimédiatisation est quelque chose de superflu ou qu'ils peuvent faire aussi bien sans elle. Or, il est très difficile d'être en compétition avec des produits conçus et mis au point grâce à la collaboration de nombreux spécialistes dans toute une gamme de domaines.

Les enseignants peuvent se servir des médias de façon efficace et ainsi en faire profiter leurs élèves. L'enseignant qui est conscient des médias devient un facilitateur de l'apprentissage, sélectionnant le média, le moment et les circonstances appropriés pour maximiser le potentiel d'apprentissage. Cet enseignant analyse le programme d'études et en orchestre tous les éléments pour créer un système d'apprentissage qui favorise et stimule la pensée scientifique. L'enseignant profite de toutes les ressources disponibles et les organise de façon à ce qu'elles étayent

l'acquisition des connaissances, des habiletés et attitudes requises par le programme d'études et ses prolongements.

Les médias offrent à l'enseignant toute une panoplie d'approches et de techniques aidant à garantir que le message est reçu et bien interprété. Les médias sont non seulement motivants mais ils offrent aussi des expériences approfondies servant à présenter le concept, à améliorer sa compréhension, à le renforcer et à vérifier ses effets.

Il faut cependant faire ici une mise en garde. Les médias et les technologies ne devraient pas servir à éliminer les expériences de la vie réelle lorsque ces dernières ne présentent pas de danger ou ne font pas appel à de trop nombreuses ressources.

Les médias et les technologies ne devraient pas servir à éliminer les expériences de la vie réelle lorsque ces dernières ne présentent pas de danger ou ne font pas appel à de trop nombreuses ressources.

Considérons comme exemple une émission de télévision utilisée pour faire la démonstration du pendule, et de la façon dont sa fréquence dépend de la longueur de la corde. Vu que le pendule est un instrument assez simple, les élèves peuvent faire chacun le leur en se servant de corde et d'un petit objet. Ils peuvent alors voir et observer le concept fondamental dans la vie réelle. Pour pouvoir comprendre l'aspect physique et l'aspect mathématique du concept, l'élève peut se servir d'un caméscope (caméra vidéo) pour enregistrer le balancement du pendule, puis utiliser le ralenti pour l'analyse. Il peut ensuite se servir d'un programme d'ordinateur pour faire l'analyse mathématique et déterminer les équations en se fondant sur la réalité.

Il ne faut pas en outre se servir des médias pour remplacer les expériences uniques qui ont un énorme impact sur l'attitude des élèves à l'égard de la science. Un excellent exemple nous est donné par la mauvaise utilisation des médias durant l'éclipse totale du Soleil survenue en 1979 et qui était visible dans presque toute l'Amérique du Nord.

Un grand nombre d'écoles situées sur la trajectoire de l'éclipse firent rester les élèves dans les classes dont les rideaux avaient été tirés, pour regarder l'événement sur l'écran de télévision alors que l'éclipse même était observable de l'extérieur! D'autres préparèrent soigneusement le personnel et les élèves à observer le spectacle en toute sécurité et offrirent une excellente occasion aux élèves d'apprendre les causes des éclipses, de s'informer sur le Soleil et sur le danger de ses rayonnements. Les élèves apprirent à observer le Soleil de façon sécuritaire en construisant un appareil d'observation simple mais efficace.

Beaucoup d'enseignants n'ont pas su profiter de cette occasion unique et de l'important appui des médias pour prévoir des

Une éclipse solaire totale est un événement scientifique que l'on observe avec une forte émotion, mais si on le regarde sur un écran de télévision, il devient beaucoup plus banal.

expériences d'apprentissage qui auraient été très motivantes pour leurs élèves. Une éclipse solaire totale est un événement scientifique que l'on observe avec une forte émotion, mais si on le regarde sur un écran de télévision, il devient beaucoup plus banal. L'observation du véritable événement offre un très haut degré de motivation scientifique et un souvenir unique qui dure toute la vie.

Les médias et la technologie ont une place importante dans la situation d'apprentissage, mais ils ne doivent pas être utilisés à la place de l'expérience réelle! Comment les enseignants peuvent-ils encourager l'utilisation des médias et des technologies par leurs élèves?

Les procédés scientifiques sont soutenus par l'utilisation des technologies qui facilitent l'observation, l'enregistrement, l'analyse et l'évaluation des données. Avec l'intégration de diverses technologies, l'apprenant est capable d'utiliser son temps de façon plus efficace et d'acquérir une meilleure compréhension des phénomènes observés, ainsi que de comprendre comment ces derniers s'intègrent dans d'autres domaines de la vie.

Bien des technologies contemporaines comme l'appareil-photo, le caméscope et d'autres équipements vidéo/informatiques sont devenus très faciles à utiliser.

La documentation d'événements scientifiques est maintenant possible grâce à la photographie, la vidéographie, les bandes sonores et les capteurs d'ordinateurs. L'information connexe peut être obtenue par le biais de films, de diapositives, de bandes vidéo, de vidéodisques audionumériques ou de programmes d'ordinateur. L'analyse peut être faite avec du papier et un crayon ou à l'infographie. L'élève peut présenter l'information en utilisant n'importe quelle technologie soutenue par des documents imprimés.

Bien des technologies contemporaines comme l'appareil-photo, le caméscope et d'autres équipements vidéo/informatiques sont devenus très faciles à utiliser. La plupart des élèves se seront déjà servis de cet équipement et n'auront pas de problèmes à le faire dans un contexte relié aux sciences.

L'enseignant qui est conscient des nombreux avantages offerts par l'utilisation des médias et qui encourage cette dernière sait que les élèves qui utilisent les médias sont plus impliqués dans le processus d'apprentissage et dans les applications des habiletés à d'autres domaines que ceux reliés directement à la situation d'apprentissage.

Utilisation des médias dans le processus de l'enquête scientifique/de la résolution et de la recherche de problèmes technologiques.

Enregistrement des données

Les élèves peuvent appliquer divers types de technologies pour obtenir et traiter les données.

Certains processus, comme la division cellulaire, ont une forte composante visuelle et ne produisent pas de données mathématiques tangibles. Pour ce genre de situation, il est préférable que les données soient recueillies par le biais de l'appareil photo ou de la vidéo et qu'elles soient disponibles pour être revues si désiré et au moment opportun. Ce genre de processus, stocké sous format vidéo, a aussi l'avantage de pouvoir être repassé en accéléré ou au ralenti, ce qui permet de trouver et d'observer des phénomènes transitoires. L'enregistrement des données sous ce format permet aussi de faire part des données à d'autres personnes durant une révision ou une présentation.

Les appareils photos permettent d'enregistrer un événement de façon permanente, sous un format de qualité supérieure. Le caméscope permet d'enregistrer les changements d'instant en instant, et d'analyser ensuite en détail ces changements en fonction du temps.

Les ordinateurs peuvent aussi enregistrer des données telles que des températures, et des changements dans l'intensité de la lumière ou des sons. Ils font cela grâce à des capteurs reliés à l'intérieur de l'ordinateur et programmés pour que leur état soit échantillonné à un certain rythme. Cet échantillonnage temporel produit ainsi des données qui sont stockées dans l'ordinateur. Ces données peuvent ensuite être sauvegardées sous forme de fichier informatisé d'où l'on peut les extraire pour les analyser.

L'utilisation de l'ordinateur pour la collecte des données a l'avantage d'être un mode objectif et de pouvoir recueillir les données sur une durée très longue ou très courte.

L'utilisation de l'ordinateur pour la collecte des données a l'avantage d'être un mode objectif et de pouvoir recueillir les données sur une durée très longue ou très courte. Les données peuvent aussi être stockées et transmises par téléphone au besoin dans des endroits éloignés. Dans la classe, la collecte des données à l'ordinateur est une introduction à l'évolution de la science contemporaine dans le «monde réel». Elle offre aussi une opportunité pédagogique/d'apprentissage au cours de laquelle l'élève peut se familiariser avec l'ordinateur et ses capteurs, avec la vitesse à laquelle les données peuvent être acquises, ainsi qu'avec leur stockage, extraction, analyse et transmission. La collecte des données à l'ordinateur offre aussi l'occasion à ceux qui connaissent déjà l'ordinateur d'appliquer leurs connaissances au domaine scientifique.

On peut se procurer des trousses contenant des capteurs de température, de mouvement, de pH et de lumière. Appelées «trousses d'outils scientifiques», elles constituent un excellent moyen pour les élèves qui cherchent à créer et à monter des expériences dans lesquelles les données sont recueillies à l'aide de capteurs.

Organisation et analyse des données

L'analyse des données est soit qualitative, soit quantitative. Pour de l'information qualitative, l'appareil photo ou le caméscope a l'avantage d'offrir un document permanent auquel l'élève ou l'enseignant peut se référer n'importe quand.

L'utilisation des ordinateurs n'a pas pour but d'éliminer la compréhension du processus, mais de laisser plus de temps pour l'aspect le plus important du processus scientifique, c'est-à-dire penser!

L'analyse des données peut aussi comprendre l'utilisation d'information quantitative provenant de sources diverses. On demande souvent à l'élève de recueillir les données, de les organiser puis d'en faire l'analyse. Ce processus fait souvent intervenir la création de tables, tableaux et graphiques. Une partie de cette activité ennuyeuse et qui prend beaucoup de temps peut être éliminée grâce à l'ordinateur. Ce dernier peut servir à recueillir les données (grâce à des capteurs), stocker ces données (dans un fichier) puis produire des tables ou des graphiques. Cela présente l'avantage de laisser aux élèves plus de temps pour analyser les données et les concepts connexes à la recherche. L'utilisation des ordinateurs n'a pas pour but d'éliminer la compréhension du processus, mais de laisser plus de temps pour l'aspect le plus important du processus scientifique, c'est-à-dire penser!

Les bases de données informatisées ou les feuilles de calcul électronique représentent un support à l'apprentissage des sciences, en fournissant un accès rapide et facile à toutes sortes de données, en facilitant l'organisation et la manipulation des données et la production des graphiques de tout genre. Cela mène à une compréhension accrue de l'événement et à l'application de principes généraux à des situations particulières.

Par exemple, un programme de base de données va permettre à l'usager de mettre par ordre de grandeur toutes les planètes et leurs satellites dans le système solaire.

Les programmes de bases de données permettent aux élèves d'étudier les rapports entre événements, objets ou leurs attributs. Par exemple, un programme de base de données va permettre à l'usager de mettre par ordre de grandeur toutes les planètes et leurs satellites dans le système solaire. Elle va lui permettre de prendre un groupe en particulier, par exemple tous les satellites des planètes, puis de les classer selon leur grandeur ou leur densité. L'élève peut ainsi explorer des rapports en vue de comprendre et de développer des habiletés de traitement de l'information qu'il peut ensuite appliquer à tous les domaines.

Les feuilles de calcul électronique permettent à l'usager de poser la question suivante : «Qu'est-ce qui se passe si...?» et de manipuler les données selon divers modes tout en cherchant les réponses à une variété de questions. Par exemple, l'élève peut se servir d'une feuille de calcul électronique pour modifier une variable en changeant plusieurs fois les quantités, pour trouver la valeur qui donnera le changement souhaité dans d'autres variables.

Les simulations à l'ordinateur sont un autre domaine dans lequel l'élève peut se servir de l'ordinateur pour recueillir des données qualitatives ou quantitatives. Les simulations donnent à l'usager l'occasion d'explorer les effets du changement de certains paramètres sur un système qui est modelé sur le monde réel. Une simulation peut, par exemple, présenter certains types de prédateurs appartenant à une biosphère et observer les résultats sur une population de proies. Un autre exemple pourrait être le changement de la masse d'un objet et l'observation des effets du changement lorsque cet objet entre en collision avec un autre.

Les simulations à l'ordinateur permettent aux élèves d'explorer un concept et d'en arriver à certaines conclusions fondées sur le résultat produit par l'ordinateur.

Les simulations à l'ordinateur permettent aux élèves d'explorer un concept et d'en arriver à certaines conclusions fondées sur le résultat produit par l'ordinateur. En général, elles épargnent temps et argent par rapport à l'utilisation d'objets réels et elles peuvent être plus précises que les mesures de phénomènes réels prises par les élèves.

Les élèves peuvent aussi se servir de l'ordinateur et du modem pour recueillir des données à partir de systèmes de panneaux d'affichage électronique et de bases de données éloignées. Tout ce qu'il faut, c'est un modem, un logiciel et le numéro de téléphone de l'ordinateur satellite ainsi que le code permettant l'accès à l'information. Ces systèmes sont inestimables puisque non seulement les élèves peuvent acquérir toutes sortes de données venant de tous les coins de la planète, mais ils peuvent aussi interagir avec des professionnels travaillant dans plusieurs domaines différents.

Présentation des données

Une fois que l'élève a eu l'occasion d'obtenir, d'organiser et d'analyser les données, il lui faut en général présenter les résultats.

Là encore, l'élève a le choix entre un grand nombre de médias et de technologies pour présenter ses résultats. Il voudra peut-être faire une introduction de son sujet en montrant des séquences de films, de bandes vidéo ou de vidéodisques audionumériques. Il pourra ensuite fournir une copie imprimée du

rapport, faite au traitement de texte. La présentation peut aussi inclure des tableaux et graphiques faits à l'ordinateur et présentés au rétroprojecteur sur des transparents. Si un écran de rétroprojecteur est disponible, l'élève voudra peut-être faire, pour l'auditoire, des simulations, qui illustrent les effets de diverses entrées dans le programme. Lors de sa conclusion, l'élève pourra appuyer ses résultats en se référant à nouveau aux séquences vidéo ou tirées de films et peut-être de diapositives.

STRATÉGIES PERMETTANT L'INTÉGRATION DES MÉDIAS ET DE LA TECHNOLOGIE

1. Identification des supports pédagogiques

- utiliser le guide d'enseignement comme référence dans l'identification de la documentation directement reliée aux concepts, attitudes et habiletés présentés.

Les enseignants devraient encourager leurs élèves à :

- concevoir et mettre au point leurs communications, en se servant de divers médias (utilisation de segments sur bandes vidéo pour appuyer leurs rapports en classe; utilisation de l'ordinateur et d'un système de projection pour présenter simulations et résultats, etc.);
- consigner, extraire, passer en revue et évaluer l'information reliée aux projets ou présentations en classe portant sur les sciences (utilisation de l'ordinateur et de capteurs pour produire des fichiers de données, des graphes, des graphiques, etc.; obtenir l'information pertinente à partir de bandes vidéo, de vidéodisques, de bandes sonores, etc.; stocker l'information recueillie par le biais d'interviews, d'extraits venant d'autres sources, etc.);
- demander au bibliothécaire ou à d'autres enseignants de les mettre sur la piste de documentation qui pourrait s'avérer utile dans l'apprentissage du concept.

2. Localisation et extraction de la documentation

- utiliser des systèmes d'indexage conventionnels et électroniques comme le disque optique compact (DOC) pour localiser les références;
- utiliser des encyclopédies et panneaux d'affichage électroniques, des listes de références, des dossiers suspendus et des périodiques pour localiser l'information pertinente et courante;

- demander au bibliothécaire de l'école d'aider à localiser et extraire le ou les documents qui peuvent être efficaces au même degré. Le bibliothécaire connaît le mieux les procédures à suivre pour rechercher et extraire la documentation requise. On peut aussi impliquer les élèves dans ce processus.

3. Évaluation de la documentation

L'enseignant doit passer la documentation en revue avant de l'utiliser avec les élèves. On n'insiste jamais trop sur ce point! Choisir la documentation à utiliser en ne tenant compte que du titre ou de la description générale peut mener à une situation des plus embarrassantes ou improductives et malheureusement tous les murs des salles de professeurs ont entendu ce genre d'histoires.

Choisir la documentation à utiliser en ne tenant compte que du titre ou de la description générale peut mener à une situation des plus embarrassantes ou improductives.

Cette étape de la plus haute importance doit permettre de répondre à plusieurs questions. Pour savoir si on peut utiliser une certaine documentation dans la classe, il faut s'assurer que :

- la documentation est d'actualité;
- l'intention du message est claire;
- toutes les composantes sont faciles à comprendre (pour le niveau);
- la présentation suit un ordre logique;
- la présentation se fait à un rythme raisonnable;
- l'information est présentée selon un mode artistique;
- le sujet est présenté selon la meilleure perspective pour être compris;
- les divers éléments présentent le sujet d'une façon positive (caractéristiques de tolérance et de compréhension);
- les divers éléments abordent le sujet de façon originale;
- une présentation sous formats multiples sert à renforcer la compréhension.

L'AVENIR DES MÉDIAS ET DES TECHNOLOGIES DANS L'ÉDUCATION

L'avènement d'ordinateurs puissants, bon marché et faciles à utiliser, joint à l'utilisation généralisée de toutes sortes de médias laisse augurer de très intéressants développements dans le domaine des médias et de la technologie. Dans un proche avenir, une grande partie de notre travail, de nos loisirs et de nos communications avec les autres s'exécutera à partir de postes de travail polyvalents. Ces postes de travail universels permettront à l'usager d'accéder à toutes sortes de moyens de communication (téléphone, télécopieur,

vidéophone, modem) tout en permettant aussi l'accès à toute une panoplie de canaux de télévision, de vidéodisques audionumériques et d'autres émissions sur disques audionumériques, enregistrées pour être visionnées ou pour permettre l'interaction.

La tendance croissante des grandes multinationales à promouvoir des normes internationales dans les moyens de communication va amener des réductions dans le prix des matériels, logiciels et dans celui des communications mêmes, tout en augmentant la puissance des moyens de communication. L'inclusion dans le poste de travail à la maison de puissantes puces d'ordinateur ultrarapides va mettre à la portée de l'usager toutes les capacités que possèdent les ordinateurs et systèmes multimédias contemporains, et même plus.

La tendance croissante des grandes multinationales à promouvoir des normes internationales dans les moyens de communication va amener des réductions dans le prix des matériels, logiciels et dans celui des communications mêmes, tout en augmentant la puissance des moyens de communication.

Les progrès de la technologie ont créé de nouvelles approches à l'information portant sur tous les sujets. Les approches multimédias et hypermédias permettent maintenant à l'usager d'explorer un nombre illimité d'avenues pour apprendre. Le défi qui se présente à l'usager est de mettre en pratique les habiletés apprises pour pouvoir se retrouver dans cette abondance d'information et pour en sélectionner les éléments qui sont d'actualité, pertinents et utiles. Les éducateurs doivent se familiariser avec ces progrès et techniques, puis créer des approches à l'enseignement/apprentissage qui donneront à l'élève les habiletés nécessaires.

Le défi qui se présente à l'usager est de mettre en pratique les habiletés apprises pour pouvoir se retrouver dans cette abondance d'information et pour en sélectionner les éléments qui sont d'actualité, pertinents et utiles.

Nous vivons dans une société où l'acquisition, l'organisation, l'analyse et la présentation de l'information sont d'une extrême importance. Ces opérations s'orientent de plus en plus vers des approches multimédias dans tous les aspects du processus. C'est seulement en se servant de la multimédiatisation et en encourageant son utilisation chez les élèves que nous pouvons acquérir une grande partie de ces connaissances. Cela augure bien aussi de la poursuite de l'intérêt manifesté par les élèves dans tous les domaines de la science.

Des changements dans le style de vie vont amener beaucoup plus de gens à travailler à la maison et, avec cette tendance, les puissants postes de travail multimédias vont devenir la norme. Des changements dans le domaine de l'éducation seront nécessaires afin de refléter dans l'avenir cette approche à la vie et au travail.

Le plus grand défi que devront relever les éducateurs sera celui de modifier leur rôle pour devenir des facilitateurs du

processus d'apprentissage. Cela signifie une conscience accrue des nouveaux médias et technologies et de la façon de les adopter et de les adapter afin de répondre aux besoins éducationnels. Cela signifie aussi qu'il leur faudra prendre un rôle plus actif dans l'utilisation de ces technologies pour appuyer et favoriser le processus d'apprentissage à une époque où nous nous trouvons submergés par l'information de tout genre et de toute qualité.

APPROCHE SUGGÉRÉE À L'UTILISATION DES MÉDIAS ET DES TECHNOLOGIES

Ce qui suit décrit une approche à l'utilisation des médias et des technologies pour enseigner un concept majeur et des concepts connexes en sciences. Le rôle de l'enseignant est plus celui d'un facilitateur de l'apprentissage, qui oriente et organise les situations d'apprentissage.

Il faut discuter des aspects concernant l'acquisition des données et l'utilisation d'échantillons témoins afin de garantir la qualité des résultats.

Concept majeur : Les systèmes météorologiques se déplacent grâce à l'énergie venant du Soleil.

Introduction : Présentation du concept par le biais de deux expériences.

On demande d'abord aux élèves de penser à l'énergie venant du Soleil et à ses effets sur les matériaux terrestres. On leur demande ensuite de créer des expériences simples permettant d'obtenir des données sur cette énergie. Il faut discuter des aspects concernant l'acquisition des données et l'utilisation d'échantillons témoins afin de garantir la qualité des résultats. On demande alors aux élèves de faire des hypothèses au sujet des résultats et sur ce à quoi ressemblera le graphique.

La première expérience consiste à placer une certaine quantité d'eau dans une boîte de conserve peinte en noir. On place la boîte au soleil et on détermine la température de l'eau en faisant une lecture à intervalles déterminés. On peut faire ces relevés avec un thermomètre ordinaire ou à l'aide d'un ordinateur équipé d'un thermocouple. Les données sont alors tracées au crayon sur du papier quadrillé ou à l'ordinateur.

Pour la deuxième expérience, on utilise deux boîtes, l'une peinte en noir, l'autre en blanc, contenant des quantités d'eau égales. Là encore, il faut penser aux échantillons témoins et demander aux élèves de faire des hypothèses au sujet des résultats. On recueille les données avec des thermomètres ou des capteurs d'ordinateur. On discute d'autres expériences et on les exécute.

Les élèves doivent planifier soigneusement leurs projets pour y inclure de la recherche faite à l'aide de toutes sortes de médias, des données recueillies par le biais de tous les moyens possibles et pour utiliser les ordinateurs, vidéos et autres modes de collecte, d'assemblage et d'organisation des données, de préparation des rapports et de présentation des résultats.

On discute des résultats des expériences dans le contexte suivant :

- l'énergie venant du Soleil est absorbée par les matériaux terrestres;
- la quantité d'énergie absorbée peut se mesurer par une augmentation de température;
- l'énergie est absorbée par les matériaux à des degrés divers suivant la couleur, la réflectivité ou les caractéristiques d'absorption de l'énergie.

Lors de la discussion, les points ci-dessus sont utilisés comme amorces pour les réalisations qui suivent : questions, conceptions de projets, rapports, présentations, démonstrations, visites de conférenciers, etc. Les élèves doivent planifier soigneusement leurs projets pour y inclure de la recherche faite à l'aide de toutes sortes de médias, des données recueillies par le biais de tous les moyens possibles et pour utiliser les ordinateurs, vidéos et autres modes de collecte, d'assemblage et d'organisation des données, de préparation des rapports et de présentation des résultats.

a. types d'énergie fournie par le Soleil en rapport avec le spectre

- qu'est-ce que le spectre?
- que contient le spectre solaire en termes de rayonnements?
- quelle est la partie infrarouge du spectre?
- comment mesure-t-on l'énergie infrarouge?
- quels sont les instruments utilisés pour détecter et mesurer l'énergie infrarouge?
- comment fonctionnent ces instruments?
- comment sont-ils appliqués aux problèmes de la science et de la société?
- comment peut-on utiliser l'énergie infrarouge en photographie, en vidéographie, en astronomie, etc.?
- comment peut-on appliquer ces principes à la création vestimentaire, à la conception de bâtiments, de paysages, etc.?
- monter un dossier de présentation de types de vêtements utilisés dans diverses parties du monde où existent de grandes différences climatiques;
- que peut-on apprendre sur les styles, les couleurs, etc., qui est relié à l'utilisation de l'énergie?
- analyser une combinaison spatiale et les besoins auxquels répond la conception de ce vêtement;
- analyser l'école et la cour de l'école et évaluer l'utilisation qui y est faite de l'énergie solaire ainsi que les principes de l'architecture paysagiste;

- repenser l'école et la cour de l'école pour tirer parti des principes qui viennent d'être appris;
- construire la maquette d'une maison qui utilise l'énergie solaire active et passive.

b. effets du Soleil sur la Terre

- réchauffement différentiel selon la réflectivité de la surface;
- réchauffement différentiel dépendant de la latitude;
- transfert d'énergie sur toute la Terre grâce aux vents dominants;
- atténuation des effets du réchauffement différentiel des courants d'air, des vents, des ouragans, des tornades, etc.;
- quelles technologies servent à mesurer le réchauffement de la Terre par le Soleil (satellites, ballons-sondes météorologiques, stations météorologiques, etc.)?
- comment ces technologies fonctionnent-elles?
- comment leurs résultats sont-ils utilisés par la société sur une base quotidienne?

On peut envisager, pour l'élève, la séquence d'activités suivante :

L'élève fait les expériences, en prenant des notes qui sont ensuite compilées dans un rapport à l'aide d'un traitement de texte à l'ordinateur. L'expérience est enregistrée sur bande vidéo pour permettre de voir le montage, la durée et les relevés. Les données obtenues à partir des expériences sont entrées dans une base de données informatisée, qui sert à préparer les graphiques illustrant les résultats.

L'élève peut commencer la recherche sur un sujet qui lui a été assigné ou qu'il a choisi lui-même. En se servant d'un ordinateur et d'une encyclopédie sur DOC, il peut localiser l'information sur le Soleil, l'énergie infrarouge, la production d'énergie, l'absorption, etc. Il peut ensuite vider des sections de chacun de ces extraits d'encyclopédie électronique dans un traitement de texte sur ordinateur et obtenir une sortie imprimée qui lui servira pour une partie de sa recherche.

L'élève peut aussi passer en revue plusieurs bandes vidéo sur le Soleil, son rayonnement et ses effets sur la Terre et sur la météo. L'élève peut continuer à explorer le Soleil et ses caractéristiques par le biais du vidéodisque audionumérique et prendre note des séquences ou des extraits particuliers qu'il pourra utiliser plus tard dans un rapport et une présentation.

Il peut aussi se servir du télécopieur pour obtenir de l'information en télécopiant sa demande à diverses compagnies œuvrant dans les technologies.

L'élève peut aussi explorer les diverses technologies utilisées dans la détection et les mesures du rayonnement infrarouge et d'autres rayonnements par le biais de l'imprimé, des encyclopédies électroniques, des expériences et des excursions sur le terrain. Il peut aussi se servir du télécopieur pour obtenir de l'information en télécopiant sa demande à diverses compagnies œuvrant dans les technologies reliées à ce domaine.

L'élève peut aussi étudier les effets du changement des saisons sur la quantité de rayonnement reçu par la Terre en demandant (par télécopieur) au bureau de la météo du gouvernement fédéral les relevés de température pour une année. Cette étude peut aussi être étayée par l'utilisation d'un programme d'ordinateur qui calcule l'altitude angulaire du Soleil à n'importe quel moment de l'année. Une fois que ces deux ensembles de données ont été reçus, l'élève peut les entrer dans une base de données informatisée et superposer les deux graphiques en vue de les comparer. L'élève peut aussi passer en revue des rapports imprimés de météo locale radio et télédiffusée.

On devrait concevoir et faire des expériences en vue d'obtenir des données au niveau local. Il faudrait établir des comparaisons avec des données obtenues au niveau fédéral, noter les contradictions, préparer des hypothèses et entreprendre des discussions avec diverses personnes-ressources, y compris des scientifiques d'Environnement Canada.

Les élèves qui sont portés sur l'informatique et les mathématiques peuvent créer et écrire un programme d'ordinateur en BASIC (ou un autre langage) qui représente les effets de différents angles du Soleil et des caractéristiques d'absorption énergétique d'un matériau. Cette simulation peut ensuite aider à concevoir des écoles ou maisons modèles.

Les élèves devraient entrer en communication directe, par téléphone, télécopie ou en personne, avec des scientifiques qui ont la responsabilité de faire des relevés, dans l'intention d'obtenir l'accès à des équipements, des données, des conseils, des visites sur le terrain et des projets en coopération.

Les rapports de projets qui doivent être présentés devant la classe devraient être faits au traitement de texte, à l'aide de systèmes d'éditique.

Les rapports de projets qui doivent être présentés devant la classe devraient être faits au traitement de texte, à l'aide de systèmes d'éditique. La présentation devrait en outre inclure l'utilisation de transparents préparés à l'ordinateur, de graphiques d'ordinateur et d'extraits vidéo de bandes vidéo, de vidéodisques audionumériques et de caméscope. Le projet au complet pourrait être planifié de sorte que toute l'information audiovisuelle pertinente soit éditée sur bande vidéo et accompagnée de la section imprimée du rapport.

Connaissances traditionnelles et locales

La science est le savoir acquis grâce à l'observation et à l'expérience. C'est une façon de regarder le monde. Partout, les sociétés ont des façons différentes d'interpréter le monde qui les entoure. La façon dont un peuple perçoit son monde est sa **vision du monde.**

La science occidentale n'est qu'une vision du monde qui essaie de comprendre le monde à l'aide de la méthode scientifique. Cette dernière fait référence à une série d'étapes qu'utilisent les savants en vue d'obtenir des connaissances sur un problème particulier. La science occidentale a évolué à partir de la science traditionnelle européenne.

Que sont les connaissances traditionnelles?

*La façon dont un peuple perçoit son monde est sa **vision du monde.***

La science traditionnelle, qu'on appelle aussi les connaissances traditionnelles, se réfère à la vision du monde qu'ont les gens qui ne souscrivent pas à la tradition scientifique occidentale.

Les connaissances traditionnelles sont une interprétation de la façon dont le monde fonctionne, vu selon une perspective culturelle particulière.

Les connaissances traditionnelles s'édifient à travers un groupe d'individus au cours des générations, à partir de la vie en contact avec la nature. Elles sont fondées sur les observations et les expériences de ces individus.

Les connaissances traditionnelles sont en général transmises oralement et souvent sous forme d'histoires.

Les connaissances traditionnelles comprennent la connaissance des plantes, du comportement des animaux, des règles de chasse et de la façon dont les gens devraient se comporter les uns envers les autres.

Exemples de connaissances traditionnelles

Les connaissances traditionnelles peuvent inclure :

- les pratiques de chasse qui garantissent la conservation de la faune;

- la préparation et la création des vêtements, de la nourriture et des outils;
- la médecine traditionnelle;
- les systèmes de classification autochtones du milieu naturel et social;
- la taxonomie autochtone au sein des classes de plantes et d'animaux;
- les connaissances traditionnelles des plantes et des animaux (utilisations, cycles de vie, relations réciproques);
- le point de vue historique des pratiques de récolte traditionnelles;
- le concept autochtone du développement durable;
- une perception de l'être humain et de la nature comme étant liés de façon inséparable.

Que sont les connaissances locales?

Les connaissances locales sont les connaissances que possèdent actuellement les individus sur leur environnement immédiat et qui peuvent être ou non fondées sur les connaissances traditionnelles. Par exemple, les connaissances locales pourraient être l'information sur les changements dans le parcours de migration du caribou, résultant de nouveaux aménagements du territoire.

Promotion des attitudes

L'inclusion dans le programme des connaissances traditionnelles et locales favorise chez l'élève :

- un concept positif de soi, de la communauté et de la culture;
- une prise de conscience des valeurs et coutumes;
- des attitudes de coopération et de respect;
- une compréhension de la diversité culturelle et linguistique.

Différences et similarités entre la science occidentale et la science traditionnelle

La science occidentale de même que la science traditionnelle essaient de comprendre comment fonctionne le monde. Les deux sortes de science se servent de l'observation et de l'expérimentation en vue d'acquérir des connaissances. Une des principales différences est que la science occidentale est écrite alors que la science traditionnelle est le plus souvent orale. La science occidentale tend à être plus quantitative (se souciant de mesures et chiffres précis). Les résultats sont en général exprimés sous forme numérique. La science traditionnelle est plus qualitative (se souciant de décrire les

changements en termes relatifs : plus/moins, plus vite/plus lentement, plutôt qu'en chiffres précis). La science occidentale tend à être plus mécaniste dans son approche, divisant le monde en parties et les étudiant individuellement. La spiritualité et la vie sociale sont vues comme des choses séparées de la nature. L'être humain est perçu comme dominant et contrôlant la nature. La science traditionnelle tend à être plus holistique, faisant du monde une entité au sein de laquelle tout est relié. La spiritualité, la vie sociale et la nature dépendent toutes les unes des autres. L'être humain n'est pas perçu comme étant plus puissant ou plus important que la nature.

Une des principales différences est que la science occidentale est écrite alors que la science traditionnelle est le plus souvent orale.

Avantages de la science occidentale et de la science traditionnelle

La science occidentale a l'avantage de pouvoir examiner les choses vivantes et non vivantes au niveau microscopique. Les savants peuvent aussi comparer des données provenant d'endroits éloignés et avec des savants vivants dans d'autres parties du monde.

La science traditionnelle a l'avantage de pouvoir examiner une zone particulière de près et sur une longue période. Les gens qui vivent sur un territoire depuis des générations ont une connaissance intime des habitudes de la faune. Ils observent les animaux durant toutes les saisons sur un grand nombre d'années. Beaucoup de biologistes qui étudient les animaux ne restent en général sur le territoire que pour une courte durée, et souvent seulement en été. Ils n'ont donc pas le bénéfice que leur procurerait une observation à long terme.

Approches suggérées pour la collecte des connaissances traditionnelles/locales

- projets de recherche au niveau de la communauté,
- interviews,
- biographies d'anciens,
- excursions sur le terrain,
- contact avec les associations, instituts et organismes.

Sources de la documentation locale pour l'enseignement et l'apprentissage, reliée aux connaissances traditionnelles/locales

- cartes, photographies, histoires enregistrées,
- biographies/récits de vie,
- films, vidéos, films fixes,
- musées, instituts culturels,
- anciens, aide-professeurs,

- personnes-ressources venant de la communauté,
- divers ministères gouvernementaux,
- magazines et périodiques en langue autochtone,
- brochures et livrets d'organismes et agences autochtones,
- autochtones parmi les membres du personnel enseignant,
- personnel de Parcs Canada,
- stations de télévision et de radio locales.

Que dit la recherche?

Il est possible et même désirable d'explorer les différentes perspectives que chaque tradition crée en cours d'instruction, surtout si les catégories traditionnelles de la faune, de la flore, des habitants et des rapports peuvent être corrélées avec des analogies scientifiques des mêmes phénomènes.

La recherche actuelle suggère que les deux traditions - la tradition orale autochtone et la pensée scientifique occidentale - offrent ensemble une perspective plus large qu'elles ne le feraient seules. Il est possible et même désirable d'explorer les différentes perspectives que chaque tradition crée en cours d'instruction, surtout si les catégories traditionnelles de la faune, de la flore, des habitants et des rapports peuvent être corrélées avec des analogies scientifiques des mêmes phénomènes. Les enseignants pourraient mettre au point des leçons sur les convictions et valeurs traditionnelles de la communauté autochtone, les perspectives scientifiques et les ressemblances et différences qui existent entre celles-ci.

Les enseignants peuvent favoriser la participation et faire en sorte que se développe une intuition sur la façon de percevoir un même environnement selon des orientations différentes ou selon une combinaison d'orientations.

En tant qu'enseignants de sciences, nous ne devons pas oublier que notre tâche globale n'est pas simplement de présenter des concepts scientifiques, comme si cela était une tâche bien à part, mais de présenter une vue authentique de la science et de placer l'enseignement des sciences dans un contexte social et culturel.

Les jeunes gens des petites communautés sont riches d'une expérience à laquelle peut puiser l'enseignant. Beaucoup aident leurs parents ou grands-parents depuis l'âge de cinq ou six ans. Un grand nombre d'entre eux en sauront beaucoup sur les histoires traditionnelles, la cueillette et la préparation des aliments, les herbes médicinales, les chansons et les danses. Quand ils auront atteint leur dixième ou douzième année, un grand nombre d'entre eux se seront servis d'un bateau à moteur et de petites machines et connaîtront bien la navigation, la menuiserie et la mécanique. Beaucoup auront déjà dessiné des personnages traditionnels, sculpté des figures d'animaux et pratiqué d'autres formes d'art traditionnel.

Les enseignants pourraient mettre au point des leçons autour de ce que les élèves vivent et discutent dans leur communauté. Les enseignants peuvent favoriser la participation et faire en sorte que se développe une intuition sur la façon de percevoir un même environnement selon des orientations différentes ou selon une combinaison

d'orientations. Cela aidera à diminuer le sentiment d'aliénation commun chez ceux qui ne peuvent participer pleinement à ce qu'on appelle la classe de sciences type.

Intégration de la science occidentale et de la science traditionnelle dans la planification des leçons

Il faut avoir en tête les points suivants :

- Les traditions orales, les contes folkloriques, les mythes et les légendes doivent être respectés et perçus par l'enseignant comme une tradition intellectuelle distincte, possédant implicitement sa vérité propre.

- Aucun livre de l'élève ne peut englober un programme de sciences viable destiné à des élèves qui diffèrent sur le plan culturel.

- Les histoires et l'héritage spirituels de la communauté autochtone devraient être intégrés au programme de sciences de l'école.

- Les stratégies d'enseignement des sciences ne peuvent pas être les mêmes pour toutes les écoles ou toutes les classes. Il faut modifier ces stratégies pour tenir compte des attributs sociaux et culturels de la communauté (Cruikshank, 1981; Beck, 1982; Wangler, 1983).

- Dans l'enseignement des sciences, il faudrait permettre aux élèves de réinterpréter l'information nouvelle à la lumière de leurs orientations personnelles. Les élèves devraient se voir donner l'occasion d'identifier et d'exprimer leurs propres orientations par rapport aux autres individus, dans des situations de petits groupes.

Il est possible d'accroître les connaissances de l'élève dans le domaine scientifique sans modifier de façon importante son orientation personnelle.

- Les élèves ont besoin de savoir que ce qu'ils ont à dire est important, peu importe si le contenu diverge des concepts scientifiques tels que les perçoit l'enseignant. Cela donne l'occasion de répondre aux besoins et intérêts individuels des élèves, tout en favorisant l'épanouissement de l'estime de soi.

- On doit reconnaître qu'il existe de nombreuses interprétations des phénomènes naturels, tout comme il existe de nombreuses interprétations de la religion, de la politique, de l'économie ou de l'art.

- Il est possible d'accroître les connaissances de l'élève dans le domaine scientifique sans modifier de façon importante son orientation personnelle. On peut accroître les connaissances scientifiques de l'élève de façon qu'il puisse

les utiliser dans des situations appropriées. Il semble raisonnable de dire qu'on peut accroître les connaissances de l'élève et modifier les convictions et concepts scientifiques qui lui sont particuliers. Il semble raisonnable de penser à utiliser les orientations préférées de l'élève comme des passerelles dans l'enseignement des concepts scientifiques.

- Comme il est probable que l'existence des acquis soit due aux convictions et théories personnelles et particulières à une culture, divers groupes devraient donc posséder différents acquis et conceptions particulières dont il faut discuter au cours de l'instruction.

- Lorqu'on présente en classe une perspective scientifique particulière, le noyau des idées, convictions, valeurs et émotions antérieures de l'élève sert d'ensemble initial aux catégories utilisées pour interpréter, et c'est la rencontre potentielle de ces engagements cognitifs existants et de l'information nouvelle qui détermine la réaction de l'élève aux données de l'instruction.

BIBLIOGRAPHIE

Beck, B. 1982. "Root Metaphor Patterns." (Critique de *Metaphors We Live By* G. Lakoff et M. Johnson. Chicago: University of Chicago Press, 1980). *Recherches sémiotiques/Semiotic Inquiry* 2(1):86–87.

Cruikshank, J. 1981. "Legend and Landscape: Convergence of Oral and Scientific Traditions in the Yukon Territory." *Arctic Anthropology* 18(2): 67–93.

Pepper, F. and S. Henry. 1986. "Social and Cultural Effects of Indian Learning Styles: Classroom implications." *Canadian Journal of Native Education* 13(1): 54–61.

Wangler, D. 1983. "Science, Nature and Man: A Brief Investigation of the Art of Knowing as Practiced by Scientific and Non-scientific Cultures." *Canadian Journal of Native Education* 11(1): 46–51.

Whyte, K. 1986. "Strategies for Teaching Indian and Metis Students." *Canadian Journal of Native Education*, 13(3): 1–20.

Un enseignement non sexiste

UN ENSEIGNEMENT NON SEXISTE

Jennifer Smith

"...les écoles sont des agents de socialisation importants,...ceux qui veulent changer la société disent souvent que l'éducation sera le véhicule du changement.»

(Delamont, 1980, p. 3)

LES FAITS

Selon le recensement canadien de 1981, le pourcentage de femmes employées dans les sciences naturelles et le génie était de 48 pour cent (voir le Tableau 1). Au premier abord, cela semble encourageant et il semble aussi raisonnable de s'attendre à ce que la moitié de la participation vienne de la moitié de la population. Mais si l'on examine ces catégories professionnelles de plus près, on peut voir qu'un nombre disproportionné de femmes se trouvaient dans les professions médicales et paramédicales et que la grande majorité était soit des infirmières, soit des techniciennes de laboratoire.

Tableau 1 :
Scientifiques, ingénieurs et technologues selon la catégorie professionnelle et le sexe

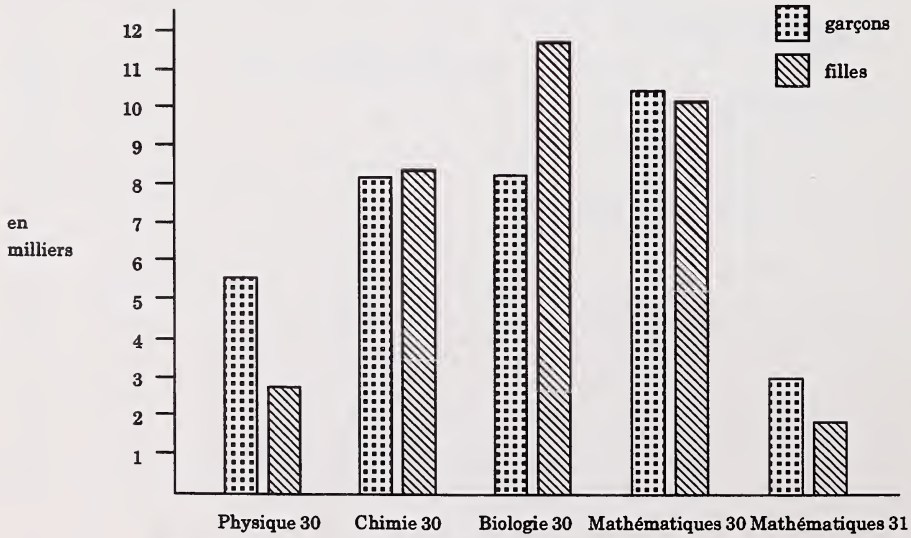
CATÉGORIE PROFESSIONNELLE	1971			1981		
	M	F	Total	M	F	Total
	(en milliers)					
SCIENCES NATURELLES ET GÉNIE . . .	290 (54,2 %)	245 (45,8 %)	535 (100 %)	454 (52 %)	419 (48 %)	873 (100 %)
Médecine et santé. . .				122 (25 %)	366 (75 %)	488 (100 %)
Mathématiciens et statisticiens. . .				46 (69,7 %)	20 (30,3 %)	66 (100 %)
Sciences agronomiques et biologiques. . .				20 (76,9 %)	6 (23,1 %)	26 (100 %)
Sciences physiques. . .				31 (81,6 %)	7 (18,4 %)	38 (100 %)
Autres travailleurs en architecture et en génie. . .				104 (89,7 %)	12 (10,3 %)	116 (100 %)
Architectes et ingénieurs. . .				131 (94,2 %)	8 (5,8 %)	139 (100 %)
En éliminant «Médecine et santé»	208 (93,3 %)	15 (6,7 %)	223 (100 %)	332 (86,2 %)	53 (13,8 %)	385 (100 %)

Source : Statistique Canada, *Indicateurs de l'activité scientifique et technologique 1985*, Tableau 1, p. 140.

La participation élevée des femmes dans les emplois reliés à la médecine et à la santé compense l'impact des cinq autres sous-groupes professionnels dans lesquels les femmes sont sous-représentées. Parmi les cinq sous-groupes, on trouve la représentation la plus élevée dans la catégorie des «mathématiciens et statisticiens» (30,3 pour cent), et le pourcentage le plus bas dans la catégorie des «architectes et ingénieurs» (5,8 pour cent). Si l'on exclut les sciences de la santé des autres catégories professionnelles, le pourcentage moyen des femmes employées dans les sciences naturelles et le génie tombe de façon dramatique à 13,8 pour cent. Il faut cependant mentionner que ce chiffre avait doublé depuis 1971 alors que ce même pourcentage était en moyenne de 6,7 pour cent.

Quelle est la situation au secondaire deuxième cycle? En Alberta, le taux des candidats qui ont passé les examens en vue du Diplôme d'études secondaires en sciences et en mathématiques en 1989 était à peu près égal à celui des candidates. Une analyse plus poussée montre que le nombre d'élèves de sexe féminin était relativement élevé en Biologie 30, Chimie 30 et Mathématiques 30 comparé à Physique 30 et Mathématiques 31 (voir le Tableau 2).

Tableau 2 :
Nombre d'élèves ayant passé les examens en vue du Diplôme d'études secondaires en sciences et en mathématiques en 1989



Source : Student Evaluation Branch, Alberta Education

Le Tableau 3, donnant les cours requis et recommandés pour entrer dans le programme menant au baccalauréat ès sciences «Honors» et aux autres programmes de spécialisation de l'University of Alberta montre que si l'élève ne satisfait pas aux exigences soit de Physique 30, soit de Mathématiques 31, le choix de programmes qui s'offrent à lui se limiterait en gros à trois sur un total de 24! On voit clairement qu'il faut encourager les élèves du secondaire deuxième cycle qui sont portés vers les sciences à prendre les trois sciences - biologie, chimie et physique - de même que Mathématiques 31, de façon à ne pas limiter leur programme d'études et leur choix de carrière.

Tableau 3 :
Matières requises pour le B.Sc. «Honors» et les programmes de spécialisation

(En plus de English 30 et de Mathématiques 30)

Programmes d'études	«Honors»	Spécial.	Biologie 30	Chimie 30	Physique 30	Math 31	Département auquel il faut s'adresser
Biochimie	H	S	X	X	X		Biochimie
Biotechnologie cellulaire	H	S	X	X	R		Microbiologie
Botanique	H	S	X	X	R		Botanique
Chimie	H	S		X	X		Chimie
Entomologie	H	S	X	X	X		Entomologie
Génétique	H	S	X	X	R		Génétique
Géographie	H	S					Géographie
Géographie physique	H	S					Géographie
Géologie	H	S		X	X		Géologie
Géophysique	H	S		X	X	R	Physique
Informatique	H*	S*			X		Informatique
Mathématiques	H	S			X	X	Mathématiques
Mathématiques appliquées	H				X	X	Mathématiques
Mathématiques et économie	H	S			X	X	Mathématiques
Météorologie		S			X	R	Géographie
Microbiologie	H	S	X	X	X		Microbiologie
Paléontologie	H		X	X	X		Zoologie
Pharmacologie	H*	S	X	X	X		Pharmacologie
Physiologie	H		X	X	X		Physiologie
Physique	H	S			X	R	Physique
Physique mathématique	H				X	X	Physique
Psychologie	H*	S					Psychologie
Statistique	H	S			R		Statistique
Zoologie	H	S	X	X	X		Zoologie

X – Requis R – Recommandé * Pas d'inscription directe en première année
Source : Traduit de *Admissions*, University of Alberta, 1991, p. 17.

Au niveau postsecondaire, c'est à peu près la même chose. Le Tableau 4 donne les statistiques pour les inscriptions d'étudiants de première année de baccalauréat dans les différentes universités de l'Alberta en 1989-1990. La participation était plus faible pour les étudiantes dans les

programmes de génie, d'art dentaire et de médecine et plus élevée en hygiène dentaire, sciences infirmières et sciences de laboratoire médical. Les étudiantes choisissaient de ne pas entrer dans les professions scientifiques auxquelles la société attache un statut élevé et qui s'accompagnent de plus hauts salaires. Les femmes, par exemple, choisissaient l'hygiène dentaire (95 pour cent de femmes) plutôt que l'art dentaire (32 pour cent de femmes) et la profession d'infirmière (95 pour cent de femmes) plutôt que celle de médecin (39,7 pour cent de femmes).

On prévoit au siècle prochain, qu'une grande partie des possibilités d'emplois se trouvera dans les sciences et la technologie.

Tableau 4 :
Inscriptions de première année dans les universités de l'Alberta par sexe et diplôme visé

	Sexe masculin		Sexe féminin	
B.Sc. (Spécialisé)	86	(64,7 %)	47	(45,3 %)
B.Sc. (Général)	852	(53,6 %)	738	(46,4 %)
B.Sc. (Génie)	747	(93,3 %)	103	(6,7 %)
B.Sc. (Pharm.)	64	(57,1 %)	48	(42,9 %)
B.Sc. (Sciences infirmières)	11	(5 %)	211	(95 %)
Médecine	117	(60,3 %)	77	(39,7 %)
Sciences de lab. médical	4	(15,4 %)	22	(84,6 %)
Art dentaire	34	(68 %)	16	(32 %)
Hygiène dentaire	2	(5 %)	40	(95 %)
M.Sc.	511	(66 %)	263	(34 %)

Source : U. of A. *Summary of Statistics* 1990/91, U. of L. *Fact Book* 1988/89, U. of C. *Fact Book* 1989/90.

RETOMBÉES

Nous sommes au cœur d'une révolution technologique, ce qui rend essentiel le développement d'une population possédant une culture scientifique (Conseil des sciences du Canada, 1984). Il nous faut prendre des décisions sur l'orientation que devraient suivre les progrès technologiques; il devient impératif pour les femmes d'avoir leur mot à dire sur une base égalitaire dans ce processus décisionnel. La participation actuelle de 13,8 pour cent de Canadiennes dans les domaines techniques est trop faible. On prévoit au siècle prochain, qu'une grande partie des possibilités d'emplois se trouvera dans les sciences et la technologie. Afin de bien se préparer à cette réalité, il est critique pour tous nos élèves de recevoir une base scientifique solide. Un grand nombre d'élèves choisissent de ne pas entrer dans les sciences, et la majorité d'entre eux sont de sexe féminin.

IMPLICATIONS POUR LES ÉDUCATEURS

En tant qu'éducateurs, il nous faut mieux prendre conscience des influences sociales et culturelles dominantes qui peuvent avoir un effet négatif sur nos élèves et travailler en vue de les surmonter. En intégrant dans notre pratique en classe, et selon un mode positif, les connaissances acquises par la recherche, nous pouvons encourager plus de filles et de garçons à poursuivre des études scientifiques. C'est à nous qu'il incombe d'assurer que les portes soient grandes ouvertes pour les élèves qui possèdent les aptitudes et le désir de poursuivre des études dans les sciences. La section suivante offre à l'enseignant des principes directeurs qui lui permettent d'orienter son enseignement dans ce sens.

APPROCHE SUGGÉRÉE

Bien que la recherche d'où sont tirés les points suivants mette l'accent sur les techniques permettant d'encourager les filles en sciences, tous les élèves peuvent tirer profit de la mise en œuvre de ces recommandations.

Expliquez le raisonnement qui sous-tend les réponses aux problèmes de sciences et de mathématiques et exigez moins de conformité dans les réponses des élèves.

Le fait de demander aux élèves de trouver une explication logique à leurs réponses, qu'elles soient justes ou fausses, diminue le penchant visant à simplement mémoriser la réponse.

Structurez l'apprentissage de façon que les élèves perçoivent la logique qui se dissimule derrière la bonne réponse. Le fait de demander aux élèves de trouver une explication logique à leurs réponses, qu'elles soient justes ou fausses, diminue le penchant visant à simplement mémoriser la réponse. Cette technique contribue à réduire l'impression qu'ont souvent les filles de ne pas être douées pour les mathématiques et pour les sciences, et elle diminue aussi l'effet de socialisation qui amène les filles à préférer faire plaisir à l'enseignant plutôt qu'à comprendre le concept (Ridley et Novak, 1983; Skolnick, Langbort et Day, 1982; Steinkamp, 1984).

On peut demander aux élèves d'inclure des estimations lorsqu'ils travaillent avec des mesures. Cela leur permet de se faire une idée de la distance, du volume ou de la masse, avant de passer aux étapes des mesures. Cela les encourage à s'arrêter et à «penser» à ce qu'ils font, plutôt que de faire les choses de façon mécanique.

Encouragez les filles à attribuer la réussite à l'aptitude et l'échec au manque d'effort, plutôt qu'à un manque d'aptitude.

Fennema (1983) a découvert que lorsque les filles font des mathématiques, leur niveau de confiance est relié de très près à leur performance. Les mêmes découvertes s'appliquent aux sciences (DeBoer, 1984; Ridley et Novak, 1983; Post-Kammer et Smith, 1980). Les filles attribuent souvent leur réussite à des facteurs tels que la chance, plutôt qu'à leurs propres capacités, et ce, beaucoup plus souvent que les garçons (Fennema, 1983; Hart Reyes et Padilla, 1985; Skolnick, Langbort et Day, 1982). Dans des études sur le terrain menées par Dweck (1978), citées dans Skolnick, Langbort et Day (1982), les enseignants réprimandaient souvent les garçons lorsqu'ils n'essayaient pas, leur donnant ainsi l'impression que le sexe masculin ne réussit pas en raison d'un manque d'effort plutôt que d'un manque d'aptitude.

Les retombées phénoménales de l'attribution de la réussite font l'objet d'une description dans la recherche menée par DeBoer (1984), portant sur des élèves de niveau collégial. L'auteur déclare : «...pour des élèves qui avaient de bonnes notes... les plans visant la poursuite des études scientifiques étaient directement liés aux aptitudes qu'on leur avait attribuées» (p. 328). Offrez des expériences qui réussissent et qui sont l'aboutissement d'une résolution de problèmes étape par étape. Vous pouvez discuter des différentes stratégies utilisées par les élèves pour aborder un problème et complimenter les élèves à leur sujet.

Offrez des expériences qui réussissent et qui sont l'aboutissement d'une résolution de problèmes étape par étape.

Répartissez les interactions également entre garçons et filles.

La recherche à tous les niveaux scolaires suggère que les enseignants passent plus de temps à interagir avec des élèves de sexe masculin qu'avec des élèves de sexe féminin (Fennema, 1983; Fennema et Peterson, 1986; Hart Reyes et Padilla, 1985; Houston, 1985; Matyas, 1985; Morgan, 1985; Sadker et Sadker, 1985; Conseil des sciences du Canada, 1984; Skolnick, Langbort et Day, 1982).

Les enseignants peuvent faire un effort conscient pour noter de quel sexe sont les élèves qui ont tendance à mener ainsi qu'à interrompre la discussion, de façon à s'assurer que les filles ont une chance égale de participer.

Minimiser les stéréotypes sexuels.

En tant qu'enseignants, nous pouvons faire un effort conscient en vue de ne pas faire passer de messages cachés et ainsi ne pas amener nos élèves à limiter leurs choix. Les blagues et les sous-entendus qui suggèrent que les femmes sont incapables d'être dans les sciences devraient être éliminés de la conversation quotidienne. Prenez l'habitude de

En tant qu'enseignants, nous pouvons faire un effort conscient en vue de ne pas faire passer de messages cachés et ainsi ne pas amener nos élèves à limiter leurs choix.

ne pas parler en employant toujours le masculin. Attirez l'attention de la classe sur la contribution apportée à la société par des femmes de sciences qui ont fait carrière. Dans les livres de l'élève, vous pouvez montrer aux élèves des exemples de parti pris en faveur d'un sexe et les contrer en affichant des coupures de revues et de journaux illustrant la présence de la femme dans les sciences (Shapiro, Kramer et Hunerberg, 1981).

Utilisez des modèles de comportement.

Les enseignants agissent en tant que modèles de comportement auprès de leurs élèves, car ils passent chaque jour de nombreuses heures avec eux. Matyas (1985) a trouvé que l'encouragement d'un seul enseignant au secondaire deuxième cycle était souvent le facteur qui décidait du choix d'une carrière dans les sciences.

Invitez de temps en temps dans la classe des conférencières (scientifiques, femmes médecins, dentistes, femmes ingénieurs) dont la profession est toujours marquée par le stéréotype masculin (Glaze, 1980; Kahle, 1985; Lowry et Woodhull, 1983; Rakow, 1984; Shapiro, Kramer et Hunerberg, 1981; Wells, 1985). On peut obtenir la liste des femmes de carrière prêtes à se rendre dans les classes en Alberta, par l'intermédiaire du programme de modèles de comportement «Stepping Stones», mis sur pied en 1989 par Alberta Women's Secretariat, Alberta Career Development and Employment et Alberta Education (pour les coordonnées, voir la mention en fin de chapitre).

Aidez les filles à bien participer aux activités en mathématiques et en sciences.

Assurez-vous que les filles comme les garçons ont l'occasion d'aider à monter et à faire fonctionner l'équipement servant aux démonstrations en classe.

Maximisez les occasions de faire des expériences «tactiles» dans la classe de sciences. Dans les groupes mixtes de deux élèves, demandez à chacun des partenaires d'inscrire les données et de travailler avec les appareils à tour de rôle. En insistant sur ce renversement des rôles, on peut éviter la situation courante où les garçons font presque toutes les manipulations avec l'équipement tandis qu'il ne reste plus aux filles qu'à consigner les données (Conseil des sciences du Canada, 1984). L'amélioration des habiletés de perception spatiale chez les filles et des habiletés à écrire chez les garçons est un bénéfice inattendu découlant de ces activités (Baker, 1985; Higham et Navarre, 1984).

Assurez-vous que les filles comme les garçons ont l'occasion d'aider à monter et à faire fonctionner l'équipement servant aux démonstrations en classe. Le fait de développer cette

compétence avec l'équipement aide à développer la confiance dans l'utilisation de la technologie (Shapiro, Kramer et Hunerberg, 1981).

Une autre technique conçue en vue d'offrir un partage équitable est d'équilibrer expérimentation et discussion (Erickson et Erickson, 1984; Shapiro, Kramer et Hunerberg, 1981). La discussion, qui est une activité verbale, renforce la confiance en soi de la fille, tandis que la participation dans les activités de sciences qui ont une forte composante spatiale est un renforcement du moi pour le garçon. La leçon doit donc comprendre des activités et des discussions qui profitent aux deux sexes.

Soulignez le lien entre science et société; incluez des aspects vivants dans toute la mesure du possible.

Les filles s'intéressent plus à une matière lorsqu'on y fait des rapprochements avec la vie (Brady et Slesnick, 1985; Harding, 1982; Hart Reyes et Padilla, 1985; Kahle, 1985; Kremer, 1984; Simpson et Oliver, 1985). Cela appuie les observations faites par Gilligan (1982) qui l'ont amenée à conclure que les femmes «voient un monde fait de rapports entre individus plutôt que d'individus isolés; un monde qui se tient grâce à la relation humaine plutôt que grâce à des systèmes de règles...» (p. 29).

Il faudrait tirer des exemples à la fois de l'expérience des filles et de celle des garçons.

Que les principes enseignés soient physiques, chimiques ou biologiques, comptez sur les aspects vivants de la science - reliez les exemples à la nature et au corps humain. En travaillant avec des élèves de sciences du secondaire premier cycle, Simpson et Oliver (1985) ont trouvé que l'attitude des élèves des deux sexes de 7e année en sciences biologiques était plus positive que l'attitude des mêmes élèves en sciences de la Terre en 8e année et en sciences physiques en 9e année.

Il faudrait tirer des exemples à la fois de l'expérience des filles et de celle des garçons. Dans un module sur l'électricité, par exemple, on pourrait inclure la réparation d'un séchoir à cheveux ou d'un fer à repasser aussi facilement que la réparation d'une piste de petites voitures de course. Il faut cependant faire cela sans insister sur les stéréotypes sexuels. L'idée est de stimuler l'intérêt des deux sexes en leur présentant des éléments dont ils ont fait l'expérience. Il faut cependant encourager les élèves à explorer tous les éléments (Erickson et Erickson, 1984).

Dans son rapport de 1984, le Conseil des sciences du Canada recommandait que l'on consacre la moitié du temps à l'enseignement des sciences STS ou la relation entre les sciences, la technologie et la société. Cette relation dans le nouveau

programme de sciences en Alberta offre diverses occasions de souligner la pertinence des sciences dans la vie de l'élève.

Équilibrez les activités coopératives et compétitives et encouragez l'autonomie chez l'élève.

En général, les garçons réagissent mieux aux situations compétitives, alors que les filles réussissent mieux dans les classes qui encouragent les projets en collaboration (Fennema et Peterson, 1986; Lowry et Woodhull, 1983; Maehr, 1983; Skolnick, Langbort et Day, 1982). En accordant autant de temps aux activités compétitives et coopératives dans la classe, il est possible de miser sur les points forts particuliers aux deux sexes.

En accordant autant de temps aux activités compétitives et coopératives dans la classe, il est possible de miser sur les points forts particuliers aux deux sexes.

En 1986, Fennema et Peterson ont découvert que «dans les classes (de mathématiques), où les filles apprenaient plus que les garçons, elles travaillaient plus de façon indépendante». Les enseignants peuvent encourager leurs élèves à résoudre eux-mêmes les problèmes plutôt que d'intervenir trop vite.

Montez des expériences qui réussissent dans l'apprentissage des sciences.

Le plus important ici, c'est de bâtir la confiance en soi. Si l'on insiste sur les habiletés spatiales, les filles perdront assez vite confiance dans leurs aptitudes en sciences et le résultat sera qu'elles éviteront probablement de prendre des risques (Post-Kammer et Smith, 1985; Skolnick, Langbort et Day, 1982). Si l'on permet une multitude d'approches, beaucoup de bonnes réponses; si l'on joue à des jeux de questionnement où les élèves posent des questions plutôt que de fournir les réponses; si l'on encourage l'hypothèse et l'estimation - on utilise des techniques qui favorisent chez l'élève une diminution de la peur du risque.

Faire l'expérience de la réussite est un agent de motivation très puissant pour tous les élèves. Créez des activités dans lesquelles il est facile de réussir. Le fait de diviser les tâches et les expériences en étapes les rend plus accessibles. Aidez les élèves à se rendre compte que l'échec est chose fréquente dans l'entreprise scientifique.

Encouragez les filles à participer à des activités parascolaires.

Pour les clubs dont les membres sont en majorité masculins comme les clubs d'infographie ou d'astronomie, on peut au

départ faire une ségrégation et donner du temps séparé aux filles et aux garçons, et les mettre ensemble par la suite. On peut encourager les filles à participer aux expositions scientifiques en demandant à des élèves plus âgés de parler devant la classe des projets qu'ils ont réalisés.

Insistez auprès des élèves, ainsi que de leurs parents ou tuteurs, sur le lien entre une éducation scientifique solide et les choix de carrière.

Les garçons comme les filles ont besoin qu'on leur fasse prendre conscience de l'importance des mathématiques et des sciences dans une foule d'emplois et carrières, de façon que, dans l'avenir, ils puissent faire des choix qui leur offriront le plus d'options possibles (Fennema, 1983; Hart Reyes et Padilla, 1985; Kahle, 1985; McNeill Kavrell et Petersen, 1984; Post-Kammer et Smith, 1985; Steinkamp, 1984; Zerega et Walberg, 1984). Dans une étude menée par Glaze (1980) sur les aspirations et attentes professionnelles de filles du secondaire deuxième cycle, près de la moitié des filles ont déclaré ne pas connaître les professions possibles et donc ne pas pouvoir choisir une carrière en toute connaissance de cause. Afin d'éviter que les stéréotypes s'installent en profondeur, il a été recommandé que le portrait de l'emploi commence dès l'âge de six ans (Marland, 1983). La discussion enthousiaste au sujet de la pertinence des sciences pour l'avenir des élèves peut en encourager beaucoup à envisager une carrière scientifique.

Les garçons comme les filles ont besoin qu'on leur fasse prendre conscience de l'importance des mathématiques et des sciences dans une foule d'emplois et carrières, de façon que, dans l'avenir, ils puissent faire des choix qui leur offriront le plus d'options possibles.

EN CONCLUSION

Les éducateurs ont un rôle à jouer dans la lutte contre les attitudes qui empêchent les individus de réaliser tout leur potentiel en raison de leur sexe. Ce n'est pas tout le monde qui va choisir de poursuivre une carrière scientifique, mais c'est tout le monde qui va être affecté par les nouvelles technologies que fait inévitablement naître la recherche scientifique. Si la société doit prendre des décisions judicieuses en ce qui concerne l'application de la science, il est critique d'encourager nos élèves à posséder une culture scientifique. Nier cela pour n'importe quel secteur de la société équivaut à un gaspillage de matière grise pour lequel il nous faudrait certainement payer le prix fort. L'adoption d'une approche à l'instruction dépourvue de parti pris contre l'autre sexe va aider à mettre l'enseignement des sciences sur la bonne voie.

Pour des renseignements sur le programme de modèles de comportement «Stepping Stones», communiquez avec :

Janice White
Provincial Stepping Stones Coordinator
Alberta Women's Secretariat
Kensington Place, 8e étage
10011, 109e Rue
Edmonton (Alberta)
T5J 3S8
Téléphone : 422-4927

BIBLIOGRAPHIE

Baker, D.R. 1985. "Predictive Value of Attitude, Cognitive Ability and Personality to Science Achievement in the Middle School." *Journal of Research In Science Teaching* 22: 103–113.

Brady, H. and T. Slesnick. 1985. "Girls Don't Like Fluffware Either." *Classroom Computer Learning.* April/May: 23–27.

DeBoer, G.E. 1984. "Factors Related to the Decision of Men and Women to Continue Taking Science Courses in College." *Journal of Research in Science Teaching* 21: 325–329.

DeBoer, G.E. 1986. "Perceived Science Ability and Effort Among Males and Females: Relationship to Persistence in Undergraduate Science Studies." Exposé présenté au cours de la réunion annuelle de l'American Educational Research Association, San Francisco.

Delamont, S. 1980. "Sex Roles and the School." In J. Eggleston (edit.). *Contemporary Sociology of the School.* New York: Methuen.

Erickson, G.L. and L.J. Erickson. 1984. "Females and Science Achievement: Evidence, Explanations and Implications." *Science Education* 68 (2): 63–89.

Fennema, E. and J. Sherman. 1977. "Sex-related Differences in Mathematics Achievement, Spatial Visualization and Affective Factors." *American Educational Research Journal* 4: 51–71.

Fennema, E. 1983. "Success in Mathematics." In M. Marland (edit.) *Sex Differentiation and Schooling* (p.163–180). London: Heinemann Educational Books.

Fennema, E. and P. Peterson. 1986. "Autonomous Learning Behaviors and Classroom Environments." Exposé présenté au cours de la réunion annuelle de l'American Educational Research Association, San Francisco.

Glaze, A. 1980. "Ontario Girls' Career Aspirations and Expectations." *Orbit* 11(3): 19–22.

Harding, J. 1982. "Notes and Correspondence: Girls and Science and Technology (GASAT)." *The School Science Review* 63: 570–571

Hart Reyes, L.H. and M.J. Padilla. 1985. "Science, Math and Gender." *The Science Teacher* 52(6): 43–48.

Higham, S.F. and J. Navarre. 1984. "Gifted Adolescent Females Require Differential Treatment." *Journal for the Education of the Gifted* 8: 43–58.

Houston, B. 1985. "Gender Freedom and the Subtleties of Sexist Education." *Educational Theory* 35: 359–369.

Kahle, J.B. 1985a. "A View and a Vision: Women in Science Today and Tomorrow. In J.B. Kahle (edit.). *Women in Science* (p. 192–229). London: The Falmer Press.

Kahle, J.B. 1985b. "Retention of Girls in Science: Case Studies of Secondary Teachers." In J.B. Kahle (edit.). *Women in Science* (p. 49–76). London: The Falmer Press.

Kremer, B.K. 1984. "The Meta-analysis of Gender Differences in Science Learning: A First Step Toward the Development of Educational Policy to Encourage Women in Science." In M.W. Steinkamp and M.L. Maehr (editors) *Advances in Motivation and Achievement Vol. 2. Women in Science* (p. 51–91). Greenwich, CT: JAI Press.

Lowry, N. and A. Woodhull. 1983. "Science for Women, Too: New Directions in Science Education." *Science for the People* 15 (1): 31–36.

Maehr, M.L. 1983. "On Doing Well in Science: Why Johnny No Longer Excels; Why Sarah Never Did." In S.G. Paris, G.M. Olson and H.W. Stevenson. (editors). *Learning and Motivation in the Classroom* (p. 179–210). Lawrence Erlbaum Assoc.

Marland, M. 1983a. "Guidance and Pastoral Care." In M. Marland (edit.). *Sex Differentiation and Schooling* (p. 117–122). London: Heinemann Educational Books.

Matyas, M.L. 1985. "Factors Affecting Female Achievement and Interest in Science and in Scientific Careers." In J.B. Kahle (edit.). *Women in Science* (p. 27–48). London: The Falmer Press.

McNeill Kavrell, S. and A. Petersen. 1984. "Patterns of Achievement in Early Adolescence." In M.W. Steinkamp and M.L. Maehr (editors). *Advances in Motivation and Achievement Vol. 2. Women in Science* (p. 1–35). Greenwich, CT: JAI Press.

Morgan, K.P. 1985. "Freeing the Children: The Abolition of Gender." *Educational Theory* 35: 351–357.

Post-Kammer, P. and P.L. Smith. 1985. "Sex Differences in Career Self-efficiency, Consideration and Interests of Eighth and Ninth Graders." *Journal of Counseling Psychology* 32: 551–559.

Rakow, S.J. 1984. "What's Happening in Elementary Science: A National Assessment." *Science and Children* 22(2): 39–40.

Ridley, D.R. and J.D. Novak. 1983. "Sex-related Differences in High School Science and Mathematics Enrolments: Do They Give Males a Critical Headstart Toward Science- and Math-related Careers?" *The Alberta Journal of Educational Research* 29: 308–318.

Sadker, M. and D. Sadker. 1985. "Sexism in the Classroom of the '80's." *Psychology Today* March: 54–57.

Science Council of Canada. April, 1984. *Science for Every Student: Educating Canadians for Tomorrow's World.* Report 36. Hull, Que: Canadian Government Publishing Centre. (Disponible au Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, K1A OS9, 5,25 $).

Shapiro, J., Kramer, S. and C. Hunerberg. 1981. *Equal Their Chances: Children's Activities for Non-sexist Learning.* New Jersey: Prentice Hall.

Simpson, R.D. and J.S. Oliver. "Attitude Toward Science and Achievement Motivation Profiles of Male and Female Science Students in Grades Six Through Ten." *Science Education* 69: 511–526

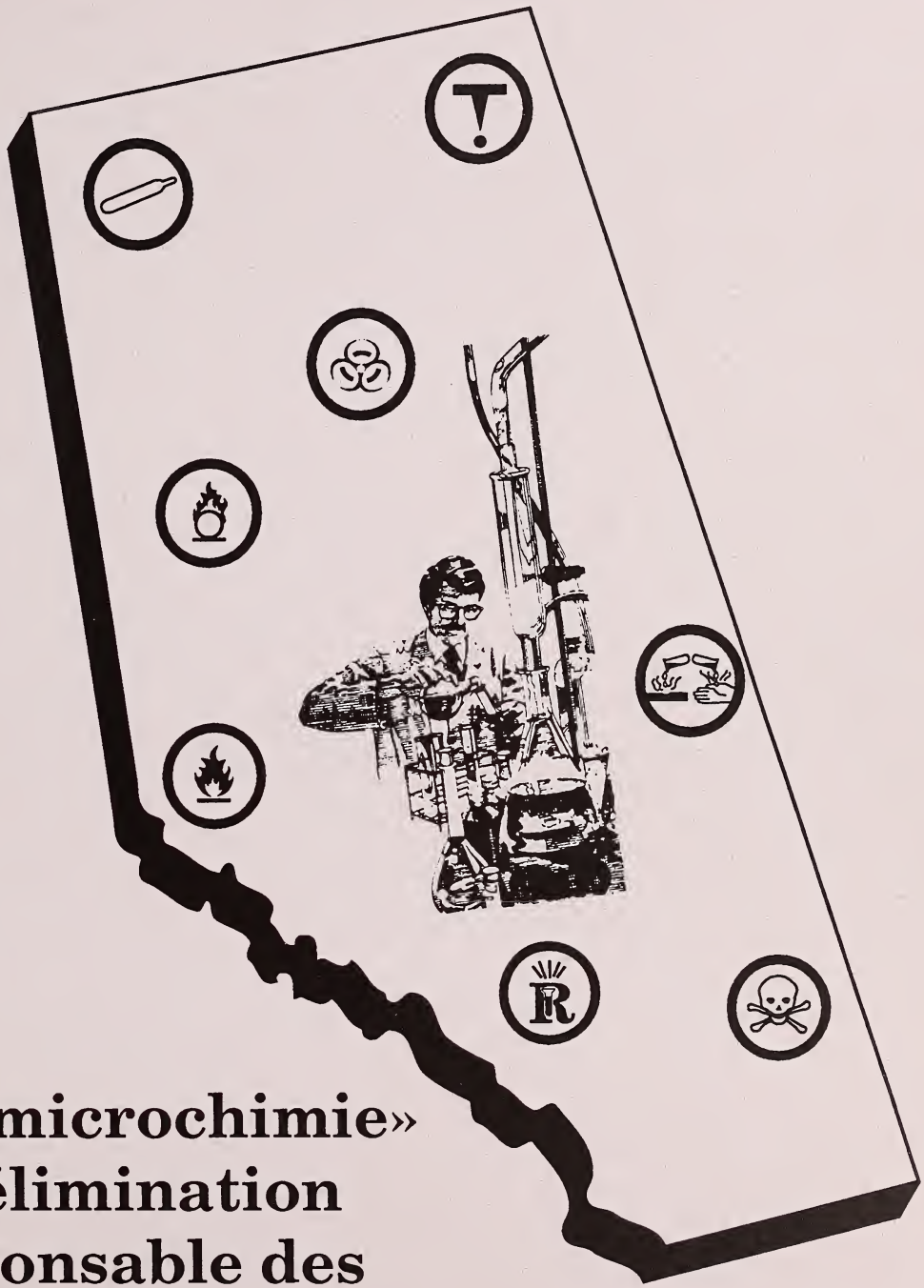
Skolnick, J., Langbort, C. and L. Day. 1982. *How to Encourage Girls in Math and Science.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Steinkamp, M.W. 1984. "Motivational Style as a Mediator of Adult Achievement in Science." In M.W. Steinkamp and M.L. Maehr (editors). *Advances in Motivation and Achievement Vol. 2. Women in Science* (p. 281–316). Greenwich, CT: JAI Press.

Steinkamp, M.W. and M.L. Maehr. 1983. "Affect, Ability and Science Achievement: A Quantitative Synthesis of Correlational Research." *Review of Educational Research* 53: 369–396.

Wells, M.R. 1985. "Gifted Females: An Overview for Parents, Teachers and Counselors. *G/C/T* 38: 43–46.

Zerega, M.E. and H. Walberg. 1984. "School Science and Femininity." In M.W. Steinkamp and M.L. Maehr (editors). *Advances in Motivation and Achievement Vol. 2. Women in Science* (p. 37–50). Greenwich, CT: JAI Press.



La «microchimie» et l'élimination responsable des déchets

LA «MICROCHIMIE» ET L'ÉLIMINATION RESPONSABLE DES DÉCHETS

Margaret-Ann Armour, Ph.D.

La minimisation des résidus chimiques dans le laboratoire scolaire : Expériences à micro-échelle et autres stratégies

INTRODUCTION

L'élimination impropre des déchets dangereux et produits chimiques excédentaires peut représenter un danger à la fois pour la santé des êtres humains et pour l'environnement. Depuis que l'on a reconnu les obligations morales et légales qu'elle entraîne, l'élimination responsable des produits chimiques résiduels des laboratoires scolaires retient l'attention des administrateurs, des éducateurs et des spécialistes en élimination des déchets. Nous avons la chance, en Alberta, de pouvoir expédier nos déchets à une usine de traitement des déchets spéciaux. L'élimination des résidus chimiques n'est cependant qu'un aspect du domaine plus vaste de la gestion des résidus chimiques. Une autre pratique de plus en plus courante consiste à réduire au minimum ces déchets. Cet article porte sur les stratégies visant à réduire le volume des résidus chimiques dont l'élimination doit se faire à l'extérieur de l'école. On discute d'abord de l'utilisation des expériences à micro-échelle, puis de méthodes à employer en laboratoire pour réduire la quantité de certains déchets chimiques.

L'élimination des résidus chimiques n'est qu'un aspect du domaine plus vaste de la gestion des résidus chimiques. Une autre pratique de plus en plus courante consiste à réduire au minimum ces déchets.

Pour mettre en œuvre ces stratégies et une gestion saine des produits chimiques en général, il faut absolument que les élèves, les enseignants et les administrateurs collaborent. On commence donc par suggérer brièvement des façons d'impliquer ces groupes, puis on décrit des stratégies de minimisation - y compris de l'information technique - et on énumère ensuite les expériences en Sciences 10, 20 et 30, en Biologie 20 et 30, en Physique 20 et 30 et en Chimie 20 et 30, dans lesquelles il est presque certain que des résidus chimiques seront produits. On offre aussi des suggestions spécifiques sur la façon de réduire les déchets lors de ces expériences et on résume enfin les pratiques reconnues de l'élimination finale des déchets résiduels. On espère que cette information pourra s'appliquer lors de l'introduction du nouveau programme de sciences et qu'elle aidera les élèves, enseignants et administrateurs à regrouper leurs efforts en vue de réduire la production des résidus chimiques dangereux dans les écoles de l'Alberta.

ENGAGEMENT

Élèves

Mais il est aussi important d'impliquer les élèves dans le véritable programme de gestion des résidus chimiques de leur école, de façon qu'ils en viennent à participer à la planification et à la mise en œuvre de ce programme.

À l'heure actuelle, les élèves se montrent très concernés par la protection de l'environnement. Cet enthousiasme peut être mis à profit dans la gestion des déchets de laboratoire. Une partie de la formation que reçoit l'élève dans n'importe quelle expérience scientifique et surtout en chimie comprend des renseignements sur les pratiques sécuritaires en laboratoire et sur la manipulation des matières dangereuses. Dans le Module 3, Sciences 10, le Module 3, Sciences 20 et le Module 2, Sciences 30, on enseigne systématiquement aux élèves la manutention, l'entreposage et l'élimination des résidus chimiques. Dans ce module, les élèves apprendront certaines des techniques pratiques utilisables pour la manutention sécuritaire des déchets. Mais il est aussi important d'impliquer les élèves dans le véritable programme de gestion des résidus chimiques de leur école, de façon qu'ils en viennent à participer à la planification et à la mise en œuvre de ce programme. Ils reconnaîtront ainsi l'engagement de leurs enseignants et de l'école envers la manutention responsable des résidus chimiques dangereux. En outre, pour les élèves qui n'avaient jamais pensé à la question, il se produit une véritable prise de conscience du problème. On peut apprendre aux élèves comment traiter certains produits chimiques dangereux sur la table de laboratoire de sorte à créer des matières non dangereuses, et on peut intégrer ces réactions dans un exercice de laboratoire, ce qui enseigne à la fois un principe chimique et une méthode pratique d'élimination des déchets. On donne plus loin dans le document des exemples d'expériences d'élimination des résidus.

Enseignants

La réduction spectaculaire de l'échelle d'au moins certaines des expériences faites en laboratoire a des résultats extrêmement positifs.

Les enseignants ont plusieurs responsabilités dans la gestion des déchets. Il est évident que l'idéal vise une réduction maximale des résidus. On peut y parvenir de différentes façons. Une méthode qui est de plus en plus courante est celle qui consiste à réduire l'échelle des expériences. Cette méthode a donné des résultats intéressants. Non seulement accroît-elle la sécurité de l'expérience, vu que la quantité de produits chimiques utilisée est bien moindre, mais elle donne aussi des quantités de déchets beaucoup plus petites. Ce qu'on a découvert d'intéressant, par ailleurs, c'est que l'enthousiasme des élèves augmentait lorsqu'ils faisaient des expériences à micro-échelle. Il n'est pas facile de dire si cela vient d'un intérêt inhérent au domaine pédagogique pour les expériences à micro-échelle et/ou d'une participation accrue de l'enseignant dans ces nouvelles techniques. Quelle qu'en

soit la raison, la réduction spectaculaire de l'échelle d'au moins certaines des expériences faites en laboratoire a des résultats extrêmement positifs. En outre, on peut concevoir des expériences à n'importe quelle échelle de façon à souligner la production des déchets et à accorder une grande priorité à sa minimisation. Il est possible, dans certains cas, d'utiliser le produit d'une expérience comme matériau de départ pour une autre. Dans d'autres cas, on peut modifier la façon de distribuer les produits chimiques aux élèves et réduire ainsi les quantités de déchets. Dans d'autres cas encore, on peut traiter et réutiliser les produits d'une expérience ou le matériau excédentaire. Là où il n'est pas pratique de réduire encore plus la création de déchets, il est possible de traiter au moins ce qui reste sur place, de le convertir en produits chimiques non toxiques que l'on peut mettre directement à la poubelle, ou de réduire au moins le volume du matériau qui doit être éliminé à l'extérieur.

Administrateurs

Comme dans n'importe quelle organisation, l'administration scolaire doit s'engager à minimiser les déchets et fournir aux enseignants l'encouragement et les moyens pour réaliser ce but. Il faut donc que des conseillers, en particulier des conseillers pour les sciences, apprennent à bien connaître les façons pratiques de réduire les déchets et qu'ils soient prêts à en faire part à l'enseignant qui utilise le laboratoire. Les directeurs d'école doivent appuyer et encourager les efforts des enseignants et des élèves.

STRATÉGIES VISANT À MINIMISER LES DÉCHETS

Expériences à micro-échelle

Cela a longtemps été la norme pour les élèves, dans les laboratoires scolaires, de faire des expériences en utilisant des quantités de produits chimiques mesurées en grammes. Il y a plusieurs années, en réponse à un souci de sécurité concernant l'exposition des élèves aux produits chimiques dans le laboratoire et à l'augmentation du coût de l'élimination des déchets et des matériaux excédentaires, Mayo et Pike ont lancé l'utilisation de petites quantités de produits de départ dans les expériences du laboratoire de chimie à l'université. Ils ont créé ce qu'on appelle l'expérience à micro-échelle. Leur critère était qu'aucun des produits chimiques de départ ne devait excéder 100 milligrammes, c'est-à-dire 0,1 gramme. Depuis l'introduction de l'expérience à micro-échelle il n'y a pas longtemps, celle-ci a

Tout comme on peut, si on le désire, diminuer la quantité des ingrédients d'une recette de biscuits sans en changer la qualité, on peut exécuter des expériences chimiques en utilisant des quantités beaucoup plus petites de matériaux de départ.

vite gagné en popularité et a fait son entrée dans la classe de l'école secondaire ainsi que dans les institutions postscolaires. Tout comme on peut, si on le désire, diminuer la quantité des ingrédients d'une recette de biscuits sans en changer la qualité, on peut exécuter des expériences chimiques en utilisant des quantités beaucoup plus petites de matériaux de départ. Comme on l'a mentionné plus haut, les élèves semblent aussi avoir du plaisir à faire des expériences sur une échelle miniature. Lorqu'ils planifient des expériences en vue d'étudier un concept particulier, on devrait les encourager à utiliser la micro-échelle. Lorsqu'ils font des expériences qui sont décrites en détail dans les documents pédagogiques, ils peuvent souvent couper les quantités de moitié ou même plus. Bien qu'elles ne correspondent pas exactement à la «micro-échelle» telle que définie par Mayo et Pike, les expériences qui utilisent des quantités de produits de départ se situant entre 0,1 et 1 gramme sont souvent très pratiques. Il faudra peut-être utiliser des instruments de verre et de l'équipement différents ou qui sont adaptés à la micro-échelle. Pour beaucoup d'expériences à micro-échelle, on peut utiliser de petites éprouvettes plutôt que des béchers et des erlenmeyers. On peut utiliser des pipettes jetables ou des pipettes Pasteur graduées pour doser 0,5 ou 1 mL. On peut faire l'analyse qualitative des ions inorganiques sur des plaques de réaction qui possèdent une série de cupules dans lesquelles il est possible de faire des tests sur de très petits volumes de liquide. Des pipettes auxquelles on a coupé la tige et introduit un petit tampon de laine de verre peuvent remplacer les entonnoirs à filtration pour recueillir quelques cristaux par filtration.

Méthodes pour la réduction et l'élimination des résidus chimiques en laboratoire

Il existe de nombreuses façons simples et pratiques de réduire les résidus chimiques qui doivent être éliminés à l'extérieur. Voici une description des méthodes d'élimination qui peuvent être employées dans le laboratoire scolaire. Il est cependant important de se rappeler que l'élimination doit être conforme aux règlements sur les déchets dangereux contenus dans la loi albertaine sur les produits chimiques dangereux (Alberta Hazardous Chemicals Act). En outre, toute personne effectuant les réactions doit porter un équipement de protection individuelle comprenant une protection oculaire, des gants et une blouse de laboratoire. Dans toute la mesure du possible, et dans tous les cas où on le mentionne, il faut faire les manipulations dans une hotte de laboratoire en bon état de marche.

Neutralisation des acides et des bases

Les quantités de résidus des acides comme l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique, l'acide nitrique et l'acide acétique ainsi que des bases comme l'hydroxyde de sodium et l'hydroxyde de potassium peuvent être neutralisées et jetées dans l'évier. On ajoute d'abord les acides et bases concentrés à 20 fois leur volume d'eau de façon que leur concentration soit inférieure à 5 pour cent. *Mise en garde : Ne jamais ajouter l'eau à l'acide.* Aux solutions d'acide diluées, ajouter lentement et soigneusement les solutions diluées de déchets basiques ou 5 pour cent de solution d'hydroxyde de sodium ou encore du carbonate de sodium à l'état solide (carbonate de sodium anhydre) jusqu'à ce que le pH soit entre 6 et 8. On peut traiter les déchets basiques dilués avec des déchets acides dilués ou avec une solution contenant 5 pour cent d'acide chlorhydrique. On peut ensuite jeter dans l'évier les solutions neutralisées.

Distillation des solvants utilisés

On peut souvent récupérer, par distillation, les solvants organiques comme le méthanol, l'éthanol et l'éther de pétrole utilisés dans les réactions ou comme solvants en chromatographie, afin de les réutiliser. L'appareil de distillation doit, si possible, être placé dans une hotte de laboratoire. On doit chauffer le flacon de distillation à l'aide d'un bain-marie (pour les solvants qui bouillent à basse température comme le méthanol et l'éther de pétrole), d'un bain d'huile ou d'un chauffe-ballon. On ne devrait jamais faire évaporer le contenu du flacon de distillation au point qu'il ne reste plus que des solides.

Évaporation des solutions aqueuses

On peut réduire de beaucoup le volume des solutions aqueuses diluées contenant des produits toxiques, en faisant évaporer les solutions dans une hotte de laboratoire ou un autre endroit bien ventilé. Ces solutions peuvent contenir des sels de métaux lourds. Il faut les verser dans un contenant ayant une large ouverture, comme un bac d'évaporation ou un grand bécher, et laisser à la température de la pièce jusqu'à ce que presque toute l'eau se soit évaporée et qu'il ne reste plus qu'une boue. Cette boue doit être transférée dans un contenant approprié étiqueté pour l'élimination à l'extérieur.

Précipitation des sels de métaux lourds

Une méthode de rechange à l'évaporation des solutions aqueuses diluées contenant des sels de métaux lourds en vue d'obtenir une petite quantité de boue est de précipiter les métaux en des sels insolubles que l'on peut retirer par filtration, ou bien en laissant le solide décanter et en versant le liquide. On donne ici les directives spécifiques pour précipiter, sous forme de silicate, les ions de plomb en solution, ainsi que les modifications à apporter à cette méthode pour précipiter les ions d'autres métaux lourds.

$$Pb^{2+} \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow PbSiO_3 + 2Na^+$$

À une solution d'un sel de plomb soluble (0,01 mole, c.-à-d. 2,75 g de chlorure de plomb dans 50 mL d'eau), on ajoute, en agitant, une solution de métasilicate de sodium (verre soluble, $Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$, 8,5 g, 0,03 mole) dans 50 mL d'eau. On ajuste le pH à environ 7 en ajoutant une solution aqueuse d'acide sulfurique à 2 M (il en faut environ 15 mL). On recueille le précipité par filtration, ou bien on laisse le mélange reposer jusqu'à ce que le solide décante au fond du contenant et qu'on puisse verser le liquide. On laisse sécher le solide, on l'emballe et on l'étiquette pour l'expédition vers l'usine de traitement.

Pour les solutions diluées de sels de plomb de concentration inconnue, il faut ajouter une solution de métasilicate de sodium jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. On ajuste le pH à 7-8 en ajoutant l'acide sulfurique à 2 M, et on laisse reposer la solution toute la nuit avant de recueillir le solide par filtration ou en le laissant décanter et en versant le liquide. On peut traiter de la même manière les solutions de sels de cadmium et d'antimoine.

On peut aussi précipiter plusieurs autres métaux lourds sous forme de silicates. Les quantités données pour le plomb conviennent aussi pour 0,01 mole de ces métaux. La seule modification à apporter est le changement de pH auquel le silicate est précipité. Ces métaux lourds comprennent le fer (II) (pH 12), le fer (III) (pH 11), le zinc (II) (pH 7-7,5) et l'aluminium (III) (pH 7,5-8). On peut précipiter le cuivre (II), le nickel (II), le manganèse (II) et le cobalt (II) sans ajuster le pH après l'addition de la solution de métasilicate de sodium. De même, on peut traiter les solutions de concentration inconnue avec une solution de métasilicate de sodium jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de précipitation, ajuster le pH à la valeur requise en ajoutant de l'acide sulfurique à 2 M ou une solution d'hydroxyde à 5 pour cent et laisser le mélange reposer

toute la nuit avant de recueillir le solide par filtration ou de le laisser décanter avant de verser le liquide. Après les avoir fait sécher à l'air libre, il faut mettre les silicates de métaux dans des contenants étiquetés pour les expédier à l'usine de traitement. On peut jeter les liquides dans l'évier.

Agents oxydants

Il faut réduire les solutions de composés comme le permanganate de potassium, le chlorate de sodium, le periodate de sodium et le persulfate de sodium avant de les jeter dans l'évier, afin d'éviter les réactions incontrôlées dans le système d'égouts. On peut faire la réduction en traitant avec une solution aqueuse de bisulfite ou de métabisulfite de sodium à 10 pour cent de concentration, qui vient juste d'être préparée. Le tableau ci-dessous donne les quantités et conditions précises pour faire ces réactions.

Agent oxydant présent dans le liquide à jeter	Quantité et concentration de l'agent oxydant dans la solution aqueuse	Quantité de solution aqueuse à 10 % de métabisulfite de sodium	Commentaires
Permanganate de potassium	1 L de 6 %	1,3 L	La solution devient incolore
Chlorate de sodium	1 L de 10 %	1,8 L	Ajouter 50 % d'agent réducteur en plus
Periodate de sodium	1 L de 9,5 %	1,7 L	La solution devient jaune pâle
Persulfate de sodium	1 L de 10 %	0,5 L	Ajouter 10 % d'agent réducteur en plus

Traitement de la formaline (solution de formaldéhyde)

$$HCHO + ClO^+ \rightarrow HCOOH + Cl^+$$

solution formaline — acide formique

Dans la hotte de laboratoire, on dilue la solution de formaline avec 10 fois son volume d'eau. Lentement et en agitant, on ajoute la solution diluée à une quantité en excès d'eau de Javel (25 mL pour 10 mL de solution de formaline diluée). On laisse le mélange reposer toute la nuit à la température ambiante et on le jette dans l'évier.

Traitement de l'iode et des solutions d'iode

$$I_2 + Na_2S_2O_3 + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaI + Na_2SO_4 + S + CO_2$$

Iode solide

Dans la hotte de laboratoire, on ajoute lentement l'iode solide (1 g) à une solution de thiosulfate de sodium (2,5 g dans 60 mL d'eau) contenant du carbonate de sodium (0,1 g). On agite le mélange jusqu'à ce que l'iode soit complètement dissoute et que la solution soit incolore. On ajoute alors, au besoin, du carbonate de sodium solide pour amener le pH de la solution entre 6 et 8. On jette la solution dans l'évier.

Solutions d'iode

En agitant, on ajoute la solution de thiosulfate de sodium (4 g dans 100 mL d'eau) contenant du carbonate de sodium (0,1 g) à la solution d'iode, jusqu'à ce que la solution devienne incolore. On ajoute du carbonate de sodium, au besoin, pour amener le pH de la solution entre 6 et 8. On jette le liquide dans l'évier.

Autres stratégies diverses pour minimiser les résidus de produits chimiques

Il faut se demander combien de temps dureront les produits achetés en gros avec une utilisation normale et s'ils se détérioreront durant ce temps-là, dans les conditions d'entreposage qui existent à l'école.

Il faut aussi se poser une autre question : va-t-il y avoir des changements au programme qui élimineront les expériences pour lesquelles le produit chimique a été acheté?

Les achats de produits chimiques en gros - Une fausse économie

Les fournisseurs vendent parfois les produits chimiques en grande quantité à des prix très intéressants. Mais ces achats peuvent représenter une fausse économie. Il faut tenir compte de plusieurs facteurs avant de les faire. Il faut, par exemple, se demander combien de temps dureront les produits achetés en gros avec une utilisation normale et s'ils se détérioreront durant ce temps-là, dans les conditions d'entreposage qui existent à l'école. Bien des produits chimiques ont une durée d'entreposage limitée, et, en plus de ne plus pouvoir servir aux expériences pour lesquelles ils auront été acquis à l'origine, ils pourraient représenter un danger. Il se peut que l'école ne puisse les entreposer convenablement. Il faut aussi se poser une autre question : va-t-il y avoir des changements au programme qui élimineront les expériences pour lesquelles le produit chimique a été acheté? Si ce dernier n'est plus nécessaire et qu'il faut en expédier une grande quantité à l'extérieur pour l'éliminer, les économies réalisées sur l'achat seront perdues et il se peut même que l'élimination entraîne des dépenses supplémentaires.

Distribution des produits chimiques dans le laboratoire en vue de réduire les déchets

Il faut parfois trouver le juste milieu entre distribuer la quantité requise de chaque produit chimique à chaque élève individuellement et apprendre aux élèves à mesurer eux-mêmes les montants nécessaires aux expériences. La décision de donner ou non les quantités déjà mesurées doit dépendre en grande partie du danger potentiel que représente le produit chimique. S'il s'agit d'un produit non toxique et non dangereux comme le carbonate de sodium, il est facile d'éliminer les résidus produits lorsque les élèves mesurent la quantité dont ils ont besoin; si, par contre, le produit est du ruban de magnésium, il est préférable pour l'enseignant de couper la longueur de ruban nécessaire à chaque élève, de façon à ne pas gaspiller de morceaux. De même, comme il est souhaitable de minimiser à la fois le gaspillage et les risques de renverser les solutions de sels de plomb, il vaut mieux donner aux élèves les quantités déjà mesurées.

SUGGESTIONS POUR LA MINIMISATION ET L'ÉLIMINATION DES DÉCHETS

Expériences en Sciences 10

Module 2 : L'énergie et la matière dans les systèmes vivants

Coloration de tissus végétaux et animaux en vue de l'observation
S'il faut des solutions de teinture pour la coloration, ne préparer que le volume minimal pour minimiser les déchets

Action des solutions d'amidon et de sucre dans les sacs de dialyse
Si l'on utilise une solution d'iode pour détecter la présence d'amidon, éliminer l'excédent de solution d'iode à l'aide de thiosulfate de sodium, comme on l'explique dans la section précédente

Module 3 : La matière et l'énergie dans les transformations chimiques

Utilisation des techniques de séparation courantes, comme la filtration, l'extraction, la distillation et la chromatographie
Micro-échelle; recueillir et récupérer par distillation tout solvant utilisé en chromatographie

Étude des propriétés de certains composés ioniques et moléculaires, y compris les acides et les bases
Micro-échelle; précipitation des ions des solutions; évaporation des solutions aqueuses; neutralisation des acides et des bases

Manutention et élimination des produits chimiques de façon sécuritaire et responsable
Inclusion d'expériences dans lesquelles on réutilise et on élimine les produits chimiques résiduels ou excédentaires, ex. : distillation des solvants de chromatographie pour réutilisation et conversion de la solution d'iode dans le Module 2 en iodure de sodium non toxique

Expériences de combustion
Micro-échelle

Module 4 : L'énergie et les transformations

Étude des conversions énergétiques
Micro-échelle pour toute étude sur l'énergie chimique

Expériences en Sciences 20-30

Sciences 20, Module 1 : La Terre en transformation perpétuelle

Identification des types de roches communs
Micro-échelle pour tout test chimique sur les roches

Sciences 20, Module 2 : Les transformations dans les systèmes vivants

Mesure du pH, température, dureté et contenu en oxygène de l'écosystème d'eau douce
Micro-échelle pour tout test chimique; élimination des acides et des bases par neutralisation; évaporation des solutions aqueuses

Sciences 20, Module 3 : Les transformations chimiques

Élimination des produits chimiques utilisés, selon des procédés sécuritaires et reconnus
Éliminer les résidus de produits chimiques en utilisant une des méthodes décrites dans la section précédente

Étude des propriétés des solutions
Micro-échelle; là où cela convient, précipiter les métaux lourds des solutions sous la forme de silicates insolubles; faire évaporer les solutions aqueuses diluées

Identification des ions courants
Micro-échelle; précipiter les métaux lourds des solutions sous la forme de silicates insolubles; faire évaporer les solutions aqueuses diluées

Construction de cellules électrolytiques et galvaniques
Précipiter les métaux lourds des solutions sous la forme de silicates insolubles; on peut récupérer les ions d'argent des solutions sous la forme de nitrate d'argent

Étude des propriétés des hydrocarbures et d'autres composés organiques
Micro-échelle; récupérer en vue de la réutilisation; au besoin purifier par distillation les hydrocarbures et autres composés organiques dont le point d'ébullition est bas

<u>Sciences 30, Module 1 : Les systèmes vivants répondent à leur environnement</u>

Observation, dessin et identification des différentes parties d'un cœur, œil, cervelle de mammifère disséqué
Si on utilise la formaline comme solvant de conservation, l'oxyder en utilisant de l'eau de Javel; si on utilise un autre solvant de conservation, le récupérer par distillation

Préparation de tissus pour l'observation au microscope
Élimination de l'excédent de solution de coloration

<u>Sciences 30, Module 2 : La chimie dans l'environnement</u>

Tests sur des échantillons d'air et d'eau
Micro-échelle

Élimination de produits chimiques de laboratoire qui ont servi
Utiliser le procédé décrit dans la section précédente

Utilisation de tests diagnostiques pour distinguer entre les acides, les bases et les composés neutres et entre les bases et acides forts et les bases et acides faibles; expérience de titrage pour déterminer la concentration d'une solution acide ou basique
Micro-échelle; neutralisation des acides ou des bases; réduction des ions oxydants; évaporation des solutions aqueuses diluées

Étude des propriétés des alcools, aldéhydes, cétones, acides organiques, amines et esters
Micro-échelle

Préparation d'un polymère de synthèse
Micro-échelle; récupération de solvants utilisés et purification par distillation, en vue de la réutilisation

Expériences en Biologie 20-30

Biologie 20, Module 1 : La biosphère

Conduite d'une expérience en vue de démontrer le stockage de l'énergie solaire par les plantes
Si on utilise une solution d'iode comme indicateur d'amidon, éliminer la solution excédentaire en se servant de thiosulfate de sodium

Biologie 20, Module 2 : Flux de matière cellulaire et d'énergie

Utilisation de techniques de chromatographie pour séparer les pigments de la feuille de la plante
Récupération du solvant de chromatographie par distillation, en vue de la réutilisation

Démonstration de la production d'amidon par la feuille de la plante
Si on utilise une solution d'iode comme indicateur d'amidon, éliminer la solution excédentaire en se servant de thiosulfate de sodium

Biologie 20, Module 3 : Échange de matière et d'énergie dans les écosystèmes

Mesure de la température, précipitation, pH, dureté et contenu en oxygène dans les écosystèmes aquatiques et terrestres
Micro-échelle lorsqu'on fait des tests chimiques; élimination des acides et des bases par neutralisation; évaporation de la solution aqueuse

Biologie 20, Module 4 : Échange de matière et d'énergie par l'organisme humain

Analyse qualitative permettant de détecter la présence d'hydrates de carbone, de lipides et de protéines dans les aliments
Micro-échelle; évaporation du surplus des solutions aqueuses de réactifs

Biologie 30, Module 1 : Systèmes réglant les transformations dans les organismes humains

Étude de la présence de sucres réducteurs dans l'urine (simulée)
Micro-échelle; si on utilise la liqueur de Fehling pour détecter la présence de sucres réducteurs, précipiter le cuivre des solutions usagées ou excédentaires sous forme de silicates

Expériences en Physique 20-30

Physique 20, Module 4 : La lumière

Détermination de l'indice de réfraction de plusieurs substances diverses
Si on utilise des liquides, récupérer après utilisation, distiller au besoin; si on utilise des solutions, laisser évaporer

Expériences en chimie 20-30

Chimie 20, Module 1 : La matière sous forme de solutions, d'acides, de bases et de gaz

Identification de solutions à l'aide d'un simple appareil mesurant la conductivité
Précipitation des ions de métaux lourds; évaporation des solutions aqueuses

Préparation des solutions de concentration spécifiée, identification d'un ion
Micro-échelle

Distinction des solutions acides d'avec les solutions basiques et d'avec les solutions neutres à l'aide d'indicateurs, du pH et de la conductivité
Micro-échelle; neutralisation des acides et des bases en vue de leur élimination

Chimie 20, Module 3 : Liaison chimique

Étude de la réactivité de divers métaux avec de l'oxygène et des acides dilués
Micro-échelle; précipitation des ions de métaux lourds sous forme de silicates; évaporation des solutions aqueuses; neutralisation des acides avant élimination

Chimie 20, Module 4 : Diversité de la matière : Introduction à la chimie organique

Étude des propriétés physiques et chimiques de certains composés organiques
Micro-échelle; on peut laisser de faibles volumes de liquides organiques volatils s'évaporer dans la hotte de laboratoire

Synthèse d'un composé organique
Micro-échelle; si le volume le justifie, distiller les solvants récupérés dans l'expérience, en vue de la réutilisation

Chimie 30, Module 1 : Transformations thermochimiques

Étude des enthalpies molaires des changements physiques et chimiques
Réduire autant que possible l'échelle des expériences

Chimie 30, Module 2 : Transformations électrochimiques

Expériences en vue d'établir une table de réduction simple, de tester les prédictions sur les réactions d'oxydoréduction, de déterminer la concentration de liquides inconnus par des titrages d'oxydoréduction
Micro-échelle; précipiter les ions de métaux lourds dans la solution sous forme de silicates; laisser s'évaporer les solutions aqueuses

Construction de cellules électrolytiques et électrochimiques

Chimie 30, Module 3 : L'équilibre, les acides et les bases dans les transformations chimiques

Test des prédictions des changements d'équilibre, conduite d'une expérience permettant de distinguer les bases et acides forts des acides faibles et des autres solutions
Micro-échelle; diluer et neutraliser les acides et les bases avant de les éliminer

Comparaison de la réactivité des acides et des bases inorganiques et organiques
Micro-échelle; diluer et neutraliser les acides et les bases avant de les éliminer

Normalisation d'une solution acide ou basique, à l'aide d'indicateurs pour déterminer le pH d'une solution acide ou basique et test pour l'action de tampon
Réduire autant que possible l'échelle des expériences; diluer et neutraliser les acides et les bases avant de les éliminer

MANUTENTION DES RÉSIDUS CHIMIQUES

Après que toutes les stratégies ont été utilisées pour réduire autant que possible la quantité de déchets chimiques, il faut suivre certains procédés pour l'élimination sécuritaire des déchets résiduels. On peut se reporter aux diverses façons de procéder dans le guide publié conjointement par le ministère de l'Éducation de l'Alberta et Alberta Special Waste

Management Corporation, intitulé *Guidelines for Management of Chemical and Hazardous Wastes in Schools.* On ne résume ici que les pratiques en laboratoire visant la collecte, l'étiquetage et l'entreposage des déchets avant qu'ils ne soient placés dans des poubelles de laboratoire pour être éliminés et qu'on prépare les documents d'expédition.

Identification et étiquetage

Lorsque plusieurs déchets de produits chimiques différents résultent d'une expérience en laboratoire, il vaut mieux les mettre dans des contenants séparés bien étiquetés plutôt que de les mélanger. Il est possible de garder ces contenants dans le laboratoire de façon à ce que les élèves mettent directement leurs déchets dans le contenant approprié. Si l'on donne des directives claires et qu'on assure une bonne surveillance, cette façon de procéder peut s'avérer une réussite. Lorsque les déchets comportent deux produits chimiques, ils doivent être identifiés tous les deux sur le contenant. Par exemple, si les déchets consistent en une solution d'un composé organique dans un solvant, il faut identifier et le composé et le solvant. Le contenant de déchets doit être étiqueté avec le nom chimique complet du résidu, ou s'il s'agit d'un résidu mixte, avec les noms de tous les produits chimiques présents dans le résidu, le volume approximatif et la date à laquelle il a été produit. Grâce à ces indications, il sera plus facile de se conformer aux exigences relatives à la documentation, au moment d'expédier les résidus vers l'usine de traitement.

Le contenant de déchets doit être étiqueté avec le nom chimique complet du résidu, ou s'il s'agit d'un résidu mixte, avec les noms de tous les produits chimiques présents dans le résidu, le volume approximatif et la date à laquelle il a été produit.

Entreposage

Il semble évident que les résidus devraient être entreposés le moins longtemps possible. Or, les résidus ne sont en général ramassés que lorsqu'il y en a assez pour remplir une ou plusieurs poubelles de laboratoire. Il peut donc être nécessaire de les entreposer, surtout lorsqu'on en produit seulement de petites quantités. Il faut entreposer les résidus dans un endroit sécuritaire et bien ventilé, en suivant des principes semblables à ceux de l'entreposage des produits chimiques de laboratoire. En plus d'identifier des résidus, les étiquettes sur les contenants doivent aussi indiquer clairement que les matériaux sont des déchets destinés à être éliminés.

Tenue de registres

Il est essentiel de garder un inventaire des résidus chimiques. Il devrait comprendre l'information présente sur l'étiquette du contenant de déchets, c'est-à-dire le ou les noms des produits chimiques dans les déchets, le volume approximatif des déchets, la date de leur production et le site de leur entreposage.

BIBLIOGRAPHIE

Alberta Education and Alberta Special Waste Management. 1991. Guidelines for Management of Chemicals and Hazardous Waste in Schools, Edmonton, AB.

Armour, M.A., Browne, L.M. and G.L. Weir. 1986. *Hazardous Chemicals Information and Disposal Guide.* Edmonton, AB: disponible au Département de Chimie, University of Alberta.

Bretherick, L. 1990. *Handbook of Reactive Chemical Hazards.* 3rd ed. Toronto: Butterworth.

Kaufman, J.A., edit. 1988. *Waste Disposal in Academic Institutions*, Lewis Publishers Inc., Chelsea: MI

Mayo, D., Pike, R. and S. Butcher. *Microscale Organic Laboratory*, St. Catharine's, ON: Boreal Laboratories Ltd.

Merck and Co., Inc. *Merck Index.* 11th ed. Rahway NJ. 1989.

Pitt, M.J. and E. Pitt. 1986. *Handbook of Laboratory Waste Disposal.* Wiley, NY.

Russo, T. *Microchemistry Lab Manuals for High School General Chemistry Classes.* Boreal: St. Catharine's Laboratories Ltd.

Préparation et planification

PLANIFICATION DANS LE CADRE D'UN PROGRAMME D'ÉTUDES CENTRÉ SUR L'ÉLÈVE

Lorsqu'on fait de la planification dans le cadre d'un programme d'études centré sur l'élève, il est utile d'identifier les caractéristiques que l'on désire développer chez l'élève de Sciences 10.

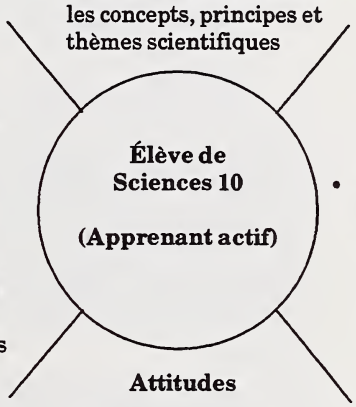
Caractéristiques de l'élève de Sciences 10 :

Concepts

- fait le lien entre les diverses sciences
- établit des rapports entre les concepts, principes et thèmes scientifiques

Habiletés

- traitement de l'information scientifique
- résolution de problèmes technologiques
- prise de décisions
- identification et application des habiletés à de nouvelles situations
- communication des résultats
- utilisation des processus mentaux évolués



Liens STS

- établit des rapports entre les concepts et thèmes scientifiques et les événements dans la vie quotidienne et au sein de la communauté

Attitudes

- apprenant motivé
- apprenant qui s'autodirige
- trouve les sciences pertinentes sur le plan personnel
- envisage des études supérieures et/ou une carrière scientifique
- apprenant permanent dont l'intérêt envers les sciences est constant

Pour que ces caractéristiques puissent se développer, on doit assister à un important changement de paradigmes de la part de l'enseignant comme de l'élève. L'enseignant doit passer du rôle de spécialiste/conférencier au rôle de facilitateur de l'apprentissage, et l'élève doit modifier son réflexe de reproduire les pensées des autres et s'efforcer de devenir un penseur autonome.

PLANIFICATION

Avant de procéder à la planification proprement dite, les enseignants devraient lire l'information contenue dans les documents suivants, publiés par le ministère de l'Éducation de l'Alberta (Language Services Branch), car elle offre une optique et un cadre à la planification.

Enseigner à penser : Pour un meilleur apprentissage (1992)

Enseignement et recherche : Guide pour le développement des habiletés de recherche (1991)

Enseignement des sciences STS : Pour unifier les buts de l'enseignement des sciences (1992).

Vous pouvez commander ces documents au :

Learning Resources Distributing Centre (LRDC)
12360 - 142e Rue
Edmonton, Alberta
T5L 4X9
Tél. : (403) 427-2767

Enseigner à penser : Pour un meilleur apprentissage offre une approche efficace à l'enseignement de la pensée, des activités pour l'élève et des suggestions pour l'évaluation de la pensée.

L'enseignement des habiletés de pensée fait partie intégrante des programmes scolaires. Les éducateurs enseignent ces habiletés de façon intuitive, mais il faut traduire cet enseignement intuitif en une instruction délibérée et planifiée. *Enseigner à penser : Pour un meilleur apprentissage* offre une approche efficace à l'enseignement de la pensée, des activités pour l'élève et des suggestions pour l'évaluation de la pensée.

Enseignement et recherche décrit un processus de recherche global comprenant 5 étapes.

En réponse à l'ère de l'information, l'une des habiletés les plus importantes que l'élève puisse amener avec lui dans le «monde réel» est la capacité d'accéder, d'organiser et d'utiliser l'information. Les projets de recherche aident les élèves à acquérir ces habiletés. *Enseignement et recherche* décrit un processus de recherche global comprenant 5 étapes. Ce document offre aussi des suggestions pour la planification, des exemples pour la mise en œuvre de la recherche et des techniques d'évaluation types.

Lorsque vous planifiez un projet de recherche pour les élèves, assurez-vous que ces derniers peuvent «accéder» à l'information. Les enseignants verront que le fait de travailler en collaboration avec le personnel de la bibliothèque ou avec des collègues en vue de trouver des sujets appropriés et de faire la recherche sur ces derniers favorisera la réussite grâce à l'amplification des habiletés de recherche de l'élève. Les enseignants et les élèves auront

peut-être besoin de sortir des limites traditionnelles de la bibliothèque pour obtenir l'information. Ils pourront, par exemple, l'obtenir en téléphonant, en écrivant ou en se rendant à un bureau du gouvernement municipal, provincial ou fédéral. Le monde des affaires, l'industrie et les organismes non gouvernementaux peuvent aussi fournir de la documentation ou de l'information supplémentaire.

Les trois contextes STS sont la nature de la science, la science et la technologie, et les controverses reliées à la science.

Les trois contextes STS sont la nature de la science, la science et la technologie, et les controverses reliées à la science. Lors de la planification des nouveaux cours de sciences, il faut intégrer dans chaque leçon au moins un ou deux de ces concepts. Une leçon, par exemple, peut être centrée avant tout sur une question sociale tirée d'un article dans le journal local. L'enseignant et les élèves peuvent explorer les principes et les théories de la science dans le cadre du contexte d'apprentissage. Il est important de choisir des questions qui intéressent ou préoccupent les élèves, et de développer les concepts en allant du concret à l'abstrait. Cette méthode fournit un cadre aux élèves pour l'apprentissage des concepts, habiletés et liens STS au programme.

Le développement langagier est associé de près au développement des habiletés de pensée.

Le développement langagier est associé de près au développement des habiletés de pensée. Le développement des habiletés de communication, dans le contexte de la classe de sciences, est un élément important des nouveaux programmes de sciences. On doit donner aux élèves toute une gamme de devoirs écrits et oraux et on doit y évaluer la composante de la communication parallèlement à la composante scientifique. Dans les leçons, il faut planifier l'utilisation des quatre habiletés : écriture, expression orale, visionnement et écoute.

Pour de l'information supplémentaire, reportez-vous à la Section 3F, «Penser et communiquer grâce au langage».

Une fois que le cadre mental est établi, on peut faire appel aux documents suivants pour faciliter la planification du cours, du module et de la leçon quotidienne.

Liste de contrôle

- **Programmes d'études**
- **Guides d'enseignement**
- **Ressources pédagogiques de base**
- **Ressources pédagogiques d'appui**
- **Ressources didactiques autorisées**
- **Autres ressources**

Programmes d'études

Les programmes d'études décrivent la raison d'être, la philosophie, les buts, les attentes générales pour l'élève et les attentes spécifiques pour l'élève associés avec chacun des cours. Il n'y a pas de modules à option ou facultatifs dans les programmes d'études. On demande aux enseignants d'adapter le programme obligatoire à la nature et aux besoins de l'élève, en offrant des activités d'enrichissement, de prolongement et de rattrapage là où cela convient.

Sciences 10-20-30
Biologie 20-30
Chimie 20-30
Physique 20-30

Guide d'enseignement

Le guide d'enseignement (G.E.) est un document d'appui élaboré par le ministère de l'Éducation de l'Alberta. Ce guide offre de l'information sur les stratégies d'enseignement/mesure/évaluation. Il contient aussi à la Section 6 une liste de ressources supplémentaires tirée du texte *Vision 1*. Cette liste comprend des ressources françaises considérées comme étant les plus appropriées selon le programme d'études et des ressources anglaises ayant été recommandées dans le texte anglais *Visions 1*. On y retrouve de plus en annexe, la liste des maisons de distribution où l'on peut se procurer ces ressources.

Ressources pédagogiques de base et guides pédagogiques qui les accompagnent

Les ressources pédagogiques de base sont autorisées par le ministère de l'Éducation et sont les ressources qui conviennent le mieux pour appuyer chaque cours. Ces livres sont gardés en stock au LRDC et leur achat bénéficie d'une subvention de 25 pour cent du ministère de l'Éducation de l'Alberta. Des guides pédagogiques accompagnent souvent les livres de l'élève.

Sciences 10
Vision 1 - Gage Educational Publishers Ltd. (version française)

Biologie 20-30
Biologie - Principes, phénomènes et processus - Guérin
Comprendre la biologie - Guérin

Chimie 20-30

La chimie - une approche moderne - Éditions de la Chenelière

Physique 20-30

Éléments de physique - cours d'introduction - Éditions de la Chenelière

Principes fondamentaux de la physique - un cours avancé - Guérin

Ressources pédagogiques d'appui

Les ressources pédagogiques d'appui sont les ressources pédagogiques autorisées par le ministère de l'Éducation de l'Alberta, dans le but d'aider à la réalisation de certaines des attentes pour l'élève faisant partie du (ou des) cours ou des composantes du (ou des) cours; ou bien dans le but d'aider à répondre aux attentes pour l'élève sur deux niveaux scolaires ou plus, matières ou programmes tels que décrits dans les programmes d'études de la province.

Ressources didactiques autorisées

Les ressources didactiques autorisées sont les ressources didactiques produites à l'extérieur du ministère de l'Éducation de l'Alberta, par exemple par des éditeurs, qui, après avoir fait l'objet d'un examen ministériel, ont répondu aux critères de la révision et se sont révélées être les meilleures ressources disponibles pour appuyer l'implantation des programmes d'études et des cours, ainsi que la réalisation des buts éducationnels; elles ont reçu l'approbation ministérielle. Les ressources didactiques créées comme documentation pratique par le ministère de l'Éducation de l'Alberta, comme les guides d'enseignement (G.E.), les programmes diagnostiques et les monographies, sont, par définition, des ressources autorisées.

Autres ressources

Les autres ressources pédagogiques sont celles identifiées par le ministère de l'Éducation de l'Alberta comme utiles aux enseignants dans l'implantation d'un ou plusieurs cours ou programmes d'études, mais qui n'ont pas encore été révisées par le Ministère. Ce dernier n'accepte pas la responsabilité de l'utilisation de ces ressources avec les élèves. C'est à l'enseignant qu'il incombe de déterminer la pertinence et l'application de ces ressources.

PLANIFICATION DU COURS

Chaque cours du programme est conçu pour que l'enseignant progresse du Module 1 au Module 4 (ou 5). Des références aux apprentissages antérieurs sont faites dans les modules subséquents et le développement des habiletés s'édifie du Module 1 au Module 4 (ou 5). Si les enseignants fournissent l'information de base nécessaire et le développement des concepts et habiletés dans leurs modules ou plans de leçons, il leur est possible de changer l'ordre des modules ou d'enseigner autour de thèmes.

Pour enseigner les cours, vous avez le choix entre l'approche disciplinaire, l'approche intégrée et l'approche unifiée.

Il existe bien des façons d'aborder la planification d'un cours. Trois de ces approches font l'objet d'une description dans la Section 3A de ce guide. Pour enseigner les cours, vous avez le choix entre l'approche disciplinaire, l'approche intégrée et l'approche unifiée. Mais quelle que soit celle que vous choisissez, vous devez faire une bonne planification pour pouvoir répondre à toutes les exigences du cours.

Remarque : Le programme de Sciences 10-20-30 est conçu afin de faciliter l'intégration des disciplines. Les enseignants devraient illustrer eux-mêmes cette approche interdisciplinaire. Les quatre (ou cinq) modules de chaque cours devraient être donnés par différents enseignants spécialisés chacun dans une discipline.

À l'aide d'un calendrier ou d'une feuille sur laquelle sont marqués les dates et les jours, faites un premier plan indiquant la durée qui sera consacrée au module, au sujet ou au thème.

L'approche à l'enseignement du cours va déterminer la durée allouée à chaque module, sujet ou thème. À l'aide d'un calendrier ou d'une feuille sur laquelle sont marqués les dates et les jours, faites un premier plan indiquant la durée qui sera consacrée au module, au sujet ou au thème. Éliminez les jours de semaine qui seront perdus en raison de congés fériés ou autres événements à l'intérieur de l'école dont vous connaissez les dates. Cela vous permet de répartir équitablement le temps dont vous disposez et de pouvoir ensuite planifier chaque module de façon précise, en décidant, par exemple, de la date des excursions, des visites deconférenciers, de la recherche en bibliothèque, de la commande et de l'examen des ressources, de la commande et de la réparation de l'équipement, de l'achat et de l'élimination des produits chimiques ainsi que des jeux-questionnaires et des examens de module.

Un original pour la planification du cours est inclus à la page 9.

Lorsque l'apprentissage devient centré sur l'élève, l'évaluation acquiert un nouveau sens. L'évaluation de la performance, celle des habiletés de résolution de problèmes, l'autoévaluation de l'élève et la notation holistique deviennent d'importants modes de mesure et d'évaluation. Les dossiers de présentation de l'élève, les examens de laboratoire et les projets de recherche deviennent des composantes importantes de l'évaluation de l'élève. Ces méthodes non traditionnelles d'évaluation demandent de la réflexion et de la planification.

Lorsque l'apprentissage devient centré sur l'élève, l'évaluation acquiert un nouveau sens.

Il faudrait décider des critères d'évaluation avant le début du cours. Un plan pour la répartition des notes sur tout le cours, ainsi que pour chaque module, devrait être préparé et distribué aux élèves, aux parents et aux administrateurs. Les plans distribués aux élèves devraient inclure les critères d'évaluation, afin de permettre à chaque élève de garder un dossier de son cheminement personnel. On trouvera à la Section 5 de ce guide un plan modèle pour la mesure et l'évaluation durant le cours et le module.

Les plans distribués aux élèves devraient inclure les critères d'évaluation, afin de permettre à chaque élève de garder un dossier de son cheminement personnel.

MOIS : _____ ANNÉE : _____ CLASSE : _____

DIMANCHE	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI

REMARQUES :

Le monde des affaires, l'industrie et d'autres agences/organismes sont très intéressés à contribuer à l'éducation des élèves. Les partenariats peuvent prendre la forme de la visite dans la classe d'un conférencier pour discuter de carrières ou donner de l'information sur un sujet particulier, de la visite de milieux de travail ou d'installations, ou encore de l'aide bénévole de juges lors d'expositions scientifiques ou d'Olympiques des sciences. Certains conseils scolaires ont une personne qui coordonne les initiatives de partenariats. Grâce à des subventions et à l'appui de la Science Alberta Foundation et de Alberta Lotteries, Edmonton, Calgary et Medicine Hat ont instauré des «lignes ouvertes Sciences et Technologie». Les enseignants auront accès à de l'information, des ressources, des démonstrateurs, des conférenciers, des conseillers d'orientation professionnelle et à d'autres services spécialisés dans toute une gamme de domaines scientifiques et technologiques. Si vous prenez le temps de faire quelques recherches et de planifier l'intégration de partenariats dans vos programmes de sciences, vous découvrirez que les possibilités sont infinies.

Le monde des affaires, l'industrie et d'autres agences/organismes sont très intéressés à contribuer à l'éducation des élèves.

L'augmentation de la demande visant les salles réservées aux sciences peut nécessiter une planification à long terme pour l'amélioration de l'équipement et des installations. Une référence qui fournit un cadre d'évaluation des besoins reliés à la planification future est le document intitulé *Science Facilities for Secondary Schools in the 21st Century*, qui a été distribué à tous les enseignants choisis pour les essais sur le terrain et est disponible sur demande auprès de la Curriculum Branch.

L'augmentation de la demande visant les salles réservées aux sciences peut nécessiter une planification à long terme pour l'amélioration de l'équipement et des installations.

Lorsqu'on planifie n'importe quelle activité pour la classe, il est important de penser à la sécurité de tous les individus concernés. Les principes du WHMIS ont été entérinés sous forme de lois visant à garantir la sécurité de l'élève, de l'employé et de l'environnement dans la manutention des matières dangereuses.

Lorsqu'on planifie n'importe quelle activité pour la classe, il est important de penser à la sécurité de tous les individus concernés.

INTÉGRATION DE LA TECHNOLOGIE INFORMATIQUE

L'accès aux laboratoires d'informatique, aux logiciels, aux simulations à l'ordinateur est souvent limité. Il peut être nécessaire de prendre des arrangements pour échanger des classes avec les classes d'informatique et faire des plans à long terme en vue d'acquérir les ordinateurs pour les classes de sciences.

Encouragez les élèves à utiliser la technologie de l'ordinateur en se servant du traitement de texte, de bases de données, de feuilles de calcul électronique ou de programmes d'infographie, de programmes de simulation, d'interfaces de laboratoire ou de panneaux d'affichage électronique. Les vidéodisques et la technologie du DOC permettent d'approfondir la recherche et de faire des activités de prolongement et de rattrapage. Il existe bien des façons d'intégrer la technologie de l'ordinateur dans la classe de sciences.

Pour plus de renseignements, voir la Section 3N, «La technologie et les médias».

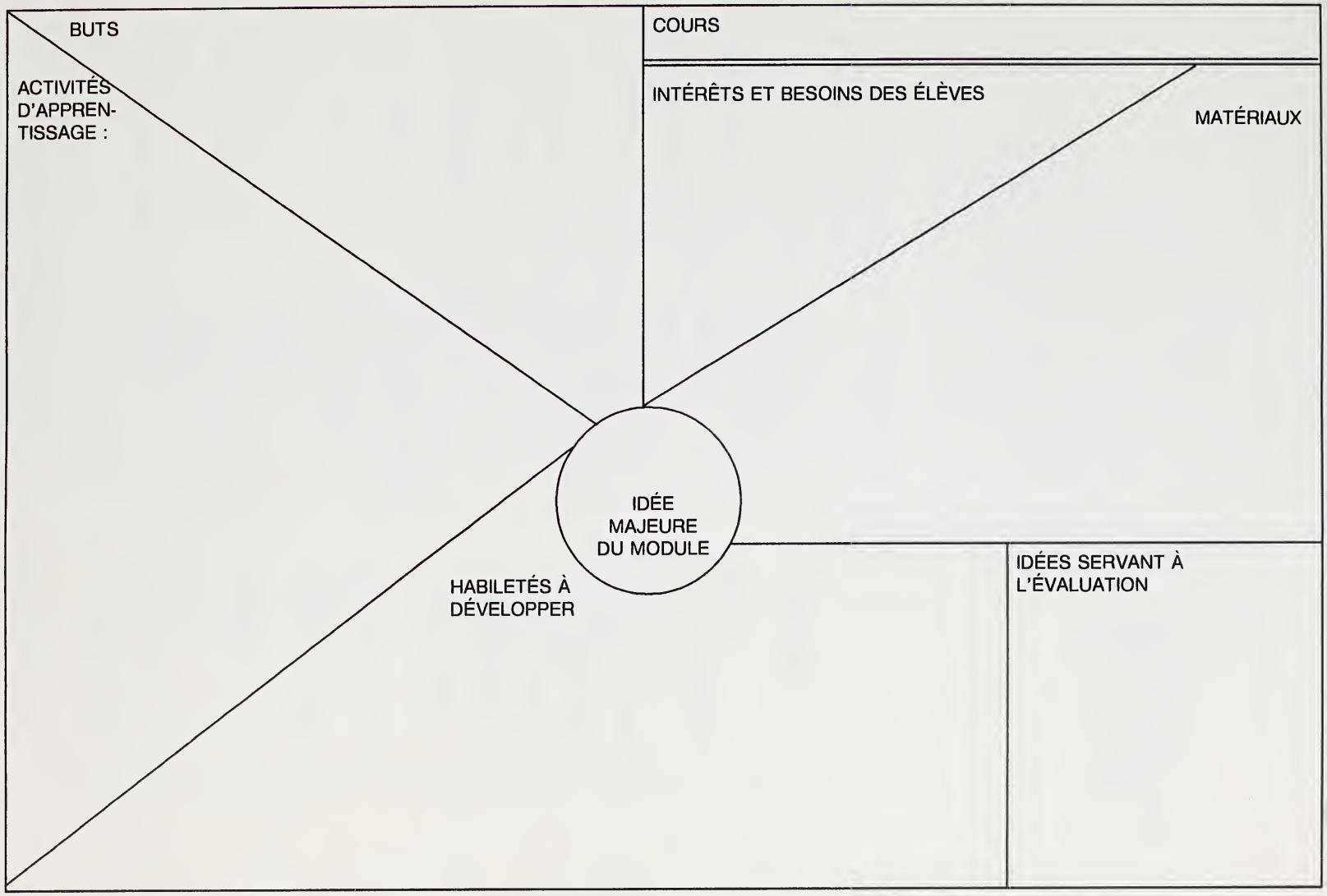
PLANIFICATION DU MODULE

La planification du module n'est pas un processus linéaire. Lorsqu'ils planifient les composantes du module, les enseignants doivent avoir en tête les intérêts et besoins de l'élève, les buts du programme, le choix des activités, les matériaux, les installations, l'équipement et des idées servant à l'évaluation. Afin d'aider à l'élaboration du plan du module, on a inclus à la page 13 une feuille de planification préliminaire du module, modifiée à partir de la version anglaise du G.E. au secondaire deuxième cycle.

Si c'est la première fois que vous donnez le cours, faites attention de ne pas vouloir en faire trop. Vous aurez peut-être tendance à trop couvrir, dans le but de préparer l'élève pour le cours suivant. Reportez-vous constamment au programme d'études afin de ne pas vous égarer. Soyez réaliste quant à ce qui peut être fait dans le temps alloué et soyez prêt à modifier vos plans au besoin.

Une planification soignée vous permettra d'intégrer les liens, habiletés et concepts STS au sein d'un module et entre les modules, de façon à tirer le meilleur parti du temps en classe.

FEUILLE DE PLANIFICATION PRÉLIMINAIRE DU MODULE



STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT, DE MESURE ET D'ÉVALUATION

Il existe plusieurs stratégies d'enseignement, de mesure et d'évaluation que l'on peut utiliser pour favoriser l'apprentissage et le développement des habiletés. Ce guide décrit en détail plusieurs idées de stratégies de mesure et d'évaluation. Les pages 15-21 contiennent un index des stratégies d'enseignement, de mesure et d'évaluation, afin de faciliter la planification du cours, du module et de la leçon quotidienne.

La liste ci-dessous contient certaines stratégies, activités et ressources que l'on peut utiliser pour le choix et la séquence des activités d'apprentissage.

activités d'apprentissage coopératif
affiches
album de coupures
autoévaluation

bandes audio
bandes audiovisuelles (vidéos)
bandes vidéo
biographie

caricatures
carnet d'apprentissage des sciences
centres d'apprentissage
collages
conférences
conférenciers invités
création littéraire

débats décisionnels
démonstrations
dessins
développement de concept
diaporamas
dioramas
discours
discussions
disques
documents de principes
dossier de présentation

échelle d'appréciation
éditoriaux
enregistrement au magnétophone
entrevues
essais
étude autonome
étude de cas
étude de photos
étude d'images
études/excursions sur le terrain
expositions

films
films fixes

graphiques

identification de points de vue
interrogation

jeu de rôles
jeux
journaux

laboratoire - vérification ou conception originale
lecture (contenu, parti pris)
lettres
lignes de temps
listes de contrôle

magazines
maquettes
mesure de la performance
mesure des habiletés
mise en rapport de concepts
mise en scène
murales
musique

narration d'histoires
ordinateurs et programmes

paraphrase
peinture
personnes-ressources
pièces de théâtre
plans
poésie
présentations/rapports oraux
présentations sur tableau d'affichage/babillard
prise/préparation de notes
projets de recherche en bibliothèque

questions controversées

radio
rapports (oral, écrit)
rédaction
remue-méninges
résolution de problèmes

séminaires
sondages

tableaux
tables
tables rondes
tâches
télévision
travail/efficacité de groupe

Adapté du Guide d'enseignement - *Études sociales 10-20-30,* Secondaire deuxième cycle, pages 63 - 126.

Index permettant de se reporter aux stratégies de mesure et d'évaluation

Stratégie d'enseignement	Stratégie d'instruction/d'évaluation	Page
Enseigner à penser	Tenir compte des habiletés de pensée dans l'enseignement des sciences	S.3A-1
	Pourquoi enseigner les habiletés de pensée	S.3A-2
	Changement du rôle de l'enseignant/de l'élève à l'ère de l'information	S.3A-5
	Quelques moyens de favoriser la promotion des habiletés de pensée en sciences	S.3A-8
	1. Préparer le terrain : créer un climat favorable à la croissance de la pensée	S.3A-8
	2. Planification pour l'enseignement de la pensée	S.3A-11
	3. Planification des activités favorisant les habiletés de pensée	S.3A-12
	Étape nº 1 – Début de l'exploration, collecte, sélection d'un sujet/thème ex. : remue-méninges, élaboration, évaluation	S.3A-13
	Étape nº 2 – Organisation de l'information/ Création de catégories, concepts et idées ex. : schémas, cartes conceptuelles, cartes séquentielles, etc.; synthèse - phénomène imaginaire, situations hypothétiques, etc.	S.3A-16
	Étape nº 3 – Utilisation des concepts et de l'information, comportement de bon penseur ex. : prédire - concevoir une expérience, rapports de cause à effet, tableaux plus/moins; résolution de problèmes, prise de décisions - élaboration des étapes de la résolution de problèmes	S.3A-21
	Tableau de planification des habiletés de pensée (original)	S.3A-27
	Question : Inventaire Plus/Moins/Intéressant (original)	S.3A-28
Enseigner en vue du changement conceptuel	Modèle constructiviste de l'enseignement des sciences (cycle d'apprentissage)	S.3B-6
	Cadre sous-jacent à la stratégie constructiviste de l'enseignement des sciences	S.3B-7
	Annexe : Utilisation d'une carte conceptuelle	S.3B-14
L'enseignant en tant que facilitateur	Discute du rôle de l'enseignant de sciences en tant que facilitateur de l'apprentissage des sciences plutôt que de spécialiste/conférencier ou distributeur des connaissances scientifiques	S.3C

Stratégie d'enseignement	Stratégie d'instruction/d'évaluation	Page
Méthodes d'interrogation	Discute de stratégies d'interrogation spécifiques : temps d'attente, nivellement, approfondissement, enchaînement, formulation des questions	S.3D
Apprentissage coopératif	Apprentissage coopératif Planification et mise en œuvre de l'apprentissage coopératif Activités illustrant la technique du «casse-tête» Activités illustrant les rôles de groupe Activités illustrant les jeux de groupement Activités illustrant les ÉÉP (équipes d'élèves et performance) Activités illustrant les ÉJT (équipes, jeux, tournois) Formulaire d'autoévaluation (original)	S.3E-1 S.3E-8 S.3E-10 S.3E-13 S.3E-15 S.3E-16 S.3E-18 S.3E-19
Penser et communiquer grâce au langage	Le carnet d'apprentissage des sciences Rédaction spontanée - activités ex. : réaction à la leçon, résumé d'un concept, résumé fait en fin de classe, résolution de problèmes par écrit, groupage Évaluation de la rédaction spontanée Autres idées pour le carnet d'apprentissage Le dossier de présentation Devoirs écrits RPFSV Autres activités, ex. : histoires, chansons rap, poèmes, études de cas, caricatures, etc. Le projet Approche du processus de rédaction à l'écriture formelle : préécriture, brouillon, révision Idées pour aider les élèves à améliorer leurs habiletés de rédaction dans les sciences au secondaire deuxième cycle Stratégies de lecture pour les documents scientifiques Parler/écouter Regarder	S.3F-1 S.3F-5 S.3F-11 S.3F-12 S.3F-14 S.3F-17 S.3F-22 S.3F-20 S.3F-24 S.3F-25 S.3F-26
Utilisation efficace du processus de recherche	Continuum des habiletés et stratégies de recherche Planification, recherche de l'information, traitement de l'information, partage de l'information, évaluation	S.3G-2
Utilisation des périodiques dans la classe	Utilisation des périodiques dans la classe Droit d'auteur Échantillon de lettre accompagnant une «Demande d'autorisation» Formulaire d'autorisation pour l'affranchissement du droit d'auteur	S.3H-1 S.3H-2 S.3H-5 S.3H-6

Stratégie d'enseignement	Stratégie d'instruction/d'évaluation	Page
Le contexte STS	Activités d'apprentissage	
	Démonstrations	S.3I-3
	Activités en laboratoire	S.3I-3
	Remue-méninges	S.3I-4
	Simulations, ex. : étude de cas, scénario de jeu de rôles, débat interactif	S.3I-5
	Recherche sur un sujet ou enquête sur les ouvertures professionnelles	S.3I-8
	Contextes d'apprentissage :	
	Nature de la science	
	Leçon type nº 1 : un événement contradictoire	S.3I-9
	Leçon type nº 2 : contrôle de la qualité de l'eau	S.3I-12
	Sciences et technologie	S.3I-18
	Leçon type : utilisation du soleil pour séparer le sel de l'eau	
	Questions sociales dans les sciences et la technologie :	S.3I-23
	Leçon type : Est-ce qu'on devrait construire le barrage sur la rivière Oldman?	
Questions controversées	Quelles questions controversées devraient être utilisées dans la classe?	S.3J-1
	Les questions controversées et la nature de la science	S.3J-2
	Les limites de la science	S.3J-4
	Controverses et technologies	S.3J-5
	Question controversée reliée à la technologie : évaluation de la technologie médicale	S.3J-6
	Limites de la technologie	S.3J-8
	Le processus de prise de décisions	S.3J-9
	Mise en pratique des questions controversées	S.3J-12
	Disposition suggérée pour le débat	S.3J-13
	Recommandations pouvant faciliter la conduite du débat	S.3J-14
	Politique et législation	S.3J-15
Approche thématique	Intégration des Sciences 10-20-30 autour de thèmes	S.3K-1
	Étapes suggérées pour l'enseignement des sciences depuis une perspective thématique	
	1. Réflexion sur les thèmes	S.3K-7
	2. Planification du module	S.3K-8
	3. Planification des leçons	S.3K-11
	Unification des Sciences 10-20-30 autour de grands sujets	S.3K-11
	Comment unifier les sciences autour de grands sujets	S.3K-12
	1. Sélection des grands sujets unificateurs	S.3K-13
	2. Organisation du contenu autour des sujets unificateurs	S.3K-14
	3. Édification de cours étendus unifiés	S.3K-18

Stratégie d'enseignement	Stratégie d'instruction/d'évaluation	Page
Liens avec l'environnement	Intégration des concepts écologiques dans les cours de sciences Retracer les ouvertures d'intégration	S.3L-2 S.3L-4
Liens avec l'agriculture	Les éléments des systèmes vivants Les réactions d'oxydoréduction Élimination des sous-produits d'origine animale Contrôle des processus physiologiques Production alimentaire et transformation des produits alimentaires La biosphère Penser vert Énergies de remplacement La cinématique et la dynamique La lumière et l'énergie Génétique et adaptation Contrôles biologiques L'énergie thermique Ressources pour le programme d'Agriculture dans la classe	S.3M-1 S.3M-2 S.3M-2 S.3M-3 S.3M-4 S.3M-6 S.3M-7 S.3M-7 S.3M-8 S.3M-8 S.3M-9 S.3M-11 S.3M-11 S.3M-12
La technologie et les médias	Que sont les médias et la technologie? Utilisation des médias dans le processus de l'enquête scientifique/de la résolution et de la recherche de problèmes technologiques Stratégies permettant l'intégration des médias et de la technologie L'avenir des médias et des technologies dans l'éducation Approche suggérée à l'utilisation des médias et des technologies	S.3N-1 S.3N-5 S.3N-8 S.3N-9 S.3N-11
Connaissances traditionnelles et locales	L'intégration des connaissances traditionnelles et locales dans l'enseignement de la science occidentale	S.3O
Un enseignement non sexiste	Techniques pour encourager les filles dans les sciences	S.3P
La «microchimie» et l'élimination responsable des déchets	Techniques pour réduire les quantités de produits chimiques et éliminer les résidus de façon sécuritaire	S.3Q

Stratégie d'enseignement	Stratégie d'instruction/d'évaluation	Page
Mesure et évaluation	Définitions : Mesure, évaluation	S.5-2
	Mesure de la performance scientifique	S.5-4
	Stratégies de mesure de la performance	S.5-5
	1. Observation et interrogation	S.5-5
	Observation et interrogation informelles	S.5-6
	Méthodes d'enregistrement	S.5-7
	Carte de commentaires	S.5-7
	Liste de contrôle	S.5-8
	Échelle d'appréciation	S.5-8
	Observation et interrogation formelles	S.5-10
	Entrevues structurées	S.5-10
	2. Habiletés de résolution de problèmes scientifiques	S.5-11
	Amorce et planification	S.5-11
	Collecte et enregistrement	S.5-12
	Organisation et communication	S.5-12
	Analyse	S.5-12
	Établissement de liens, synthèse et intégration	S.5-12
	Évaluation du processus ou des résultats	S.5-13
	Modèle pour la mesure et l'évaluation des habiletés de résolution de problèmes	S.5-14
	Notation de la performance individuelle de l'élève	S.5-20
	Évaluation type de la mesure d'une habileté	
	Feuilles de profils	S.5-21
	Profil de l'élève individuel (original)	S.5-21
	Profil de l'élève individuel (échantillon)	S.5-22
	Profil de la classe (original)	S.5-23
	3. Autoévaluation de l'élève	S.5-24
	Échelle d'appréciation pour les présentations orales	S.5-24
	Échelle d'autoappréciation pour les présentations orales	S.5-25
	Liste de contrôle de l'autoévaluation pour l'écoute	S.5-25
	Échelles d'autoappréciation pour activités de groupe	S.5-27
	Échelle d'autoappréciation type	S.5-27
	Echelle d'autoappréciation de groupe type	S.5-28
	Le rapport de l'élève	S.5-28
	Inventaires	S.5-29
	Inventaire personnel type	S.5-30
	Notation holistique et évaluation personnelle	S.5-30
	Notation tout ou rien	S.5-30
	Notation holistique focalisée	S.5-30

Stratégie d'enseignement	Stratégie d'instruction/d'évaluation	Page
Mesure et évaluation (suite)	Évaluation du produit en sciences	S.5-32
	1. Notation analytique	S.5-32
	Rapport de laboratoire	S.5-33
	Projet de recherche	S.5-33
	Devoir en bibliothèque	S.5-34
	Étude de cas	S.5-34
	2. Jeux-questionnaires, tests et examens	S.5-34
	3. Dossiers de présentation scientifiques	S.5-37
	Planification de la mesure et de l'évaluation de l'élève	S.5-39
	1. Plan de l'évaluation du cours	S.5-40
	2. Plan de la mesure et de l'évaluation du module	S.5-41
	Annexe 1 : Inventaires d'attitudes	S.5-43
	Annexe 2 : Devoirs en bibliothèque	S.5-51
	Annexe 3 : Étude de cas	S.5-53
	OU	
	Notation holistique et évaluation personnelle	S.5-30
	Notation tout ou rien	S.5-30
	Notation holistique focalisée	S.5-30
	Évaluation du produit en sciences	S.5-32
	1. Notation analytique	S.5-32
Ressources	Vision I - Sciences 10 - Ressources supplémentaires	S.6

PLAN DE LA LEÇON QUOTIDIENNE

On utilise le cycle d'apprentissage pour décrire les attentes générales pour l'élève, les attentes spécifiques pour l'élève et pour offrir un cadre à la leçon.

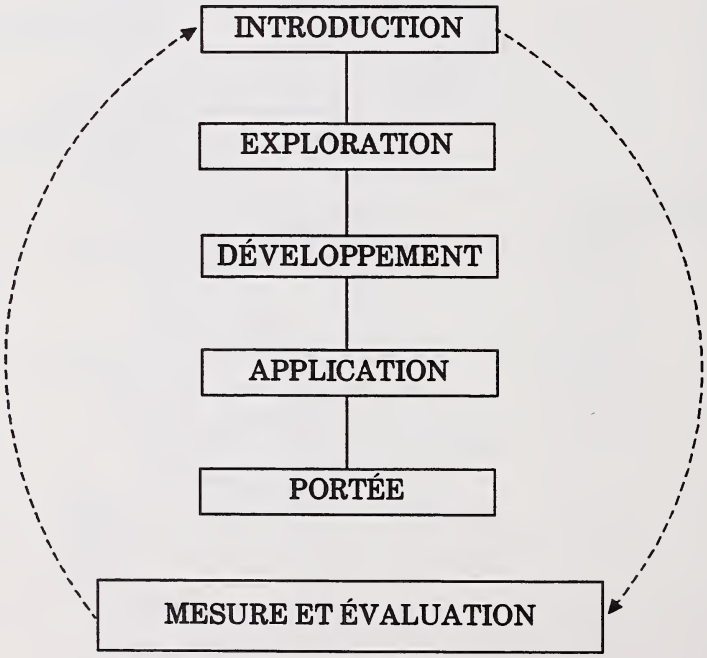
CYCLE D'APPRENTISSAGE

ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE

- thèmes
- habiletés
- STS

ATTENTES SPÉCIFIQUES POUR L'ÉLÈVE

- connaissances
- habiletés
- liens STS



Il est important de décrire les attentes générales pour l'élève (thèmes, aspects du cadre des habiletés et liens STS) et des attentes spécifiques pour l'élève (connaissances, habiletés et liens STS) afin de s'assurer qu'on tient compte de toutes les attentes à l'intérieur du module.

L'introduction fournit le cadre de la leçon de façon à rendre celle-ci pertinente pour l'élève. Le but de l'introduction, qui s'appuie souvent sur un lien STS, est de motiver l'élève et de répondre à sa question : «Pourquoi est-ce que j'apprends ça?» On peut aussi relier l'introduction à la portée d'une leçon précédente. Elle peut inclure un article de journal pertinent, des questions qui stimulent l'esprit, la création d'une carte conceptuelle ou bien des activités de recherche. D'autres suggestions sont données à la page 15 sous la rubrique «Stratégies d'enseignement, de mesure et d'évaluation».

La phase de l'**exploration** comprend une activité qui sert à explorer un nouveau concept ou une nouvelle idée. Les activités d'exploration peuvent comprendre une activité en laboratoire, une excursion sur le terrain, la visite d'un conférencier, ou bien l'identification de points de vue dans un article.

La phase du **développement** consiste en une classe dirigée par l'enseignant dans laquelle sont développés des concepts en vue de décrire les résultats de l'exploration initiale. Essayez cette fois de ne pas faire copier par les élèves les notes que vous avez préparées au tableau : cette activité dégénère rapidement pour l'élève en une occupation dépourvue de sens.

La phase de l'**application** demande à l'élève d'appliquer et de stabiliser son apprentissage, de le relier aux grands concepts, thèmes et apprentissages antérieurs. L'application peut demander une étude plus poussée, avec une discussion en groupe d'apprentissage coopératif, des activités en laboratoire ou des projets de recherche.

La **portée** des nouveaux apprentissages est examinée plus à fond dans un contexte STS. Vous pouvez choisir de bâtir sur le contexte STS fourni par l'introduction. Les enseignants facilitent l'établissement de liens entre l'apprentissage de l'élève et les applications STS avec des exemples tirés de la vie quotidienne.

La mesure et l'évaluation font partie intégrante de la planification et on peut les incorporer dans toutes les phases du cycle d'apprentissage. Chaque activité d'évaluation devrait être conçue en vue de favoriser le développement de l'élève. Pour plus de renseignements, reportez-vous à la Section 5, *Mesure et évaluation.*

Chaque activité d'évaluation devrait être conçue en vue de favoriser le développement de l'élève.

On a inclus une feuille type du cycle d'apprentissage, à utiliser dans la planification des leçons quotidiennes. On a aussi inclus des exemples abrégés tirés des G.E. de Sciences 10 et 20 pour illustrer le déroulement possible de la leçon.

Exemple abrégé illustrant le déroulement possible de la leçon

COMPARAISON DE PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES Module 1 : Sciences 10

EMMAGASINAGE DE L'ÉNERGIE THERMIQUE Module 1 : Sciences 10

Introduction *l'enseignant fournit le cadre de la leçon de façon à rendre celle-ci pertinente pour les apprenants*

Demandez aux élèves d'expliquer les croyances sur les prévisions météorologiques.	Montrez des illustrations de routes d'asphalte/de forêts tropicales. Où préféreriez-vous travailler si les températures étaient de 40 °C? Pourquoi?

Exploration *une activité sert à explorer le nouveau concept ou la nouvelle idée*

Examinez des almanachs, des rapports tirés de journaux, de simples instruments servant à prédire la météo.	Groupes de remue-méninges : lecture des activités, identification des variables, choix du matériel. Activité : identification du matériel approprié à la collecte et à l'emmagasinage de l'énergie solaire.

Développement *l'enseignant oriente la discussion pendant que les élèves développent des concepts pour décrire les résultats de l'exploration initiale*

Discussion focalisée - questions reliées à l'utilisation des almanachs, précision des almanachs et modes de collecte des données par les météorologues.	Discussion de classe dirigée par l'enseignant - questions de focalisation sur la capacité thermique.

Application *les élèves appliquent et stabilisent leur apprentissage, en le reliant aux grands concepts, thèmes et à leurs apprentissages antérieurs*

Devoir consistant à comparer les prévisions de météo faites par les météorologues avec les prévisions faites par les élèves.	Explication de l'utilisation de la tuyauterie noire pour chauffer l'eau des piscines; des carreaux de céramique sur la navette spatiale. Construction d'une maison modèle ou solaire qui utilise le chauffage à l'eau chaude.

Exemple abrégé illustrant le déroulement possible de la leçon

COMPARAISON DE PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES Module 1 : Sciences 10	EMMAGASINAGE DE L'ÉNERGIE THERMIQUE Module 1 : Sciences 10
Portée *la portée des nouveaux apprentissages est développée dans un contexte STS*	
Comparaison de la collecte technologique des données par satellite et balayage radar; analyse statistique des données pour faire des prévisions (almanachs). Soulignez les limites de la science - même avec la technologie de pointe - à fournir toutes les réponses.	La capacité thermique élevée de l'eau est idéale pour refroidir les systèmes - pollution thermique. Impact des villes (structures de béton) ou de la déforestation sur les systèmes météorologiques.

Mesure et évaluation *stratégies utilisées pour mesurer et évaluer les nouveaux apprentissages*	
Échelle d'appréciation pour évaluer le devoir de comparaison.	Notation holistique focalisée.

Exemple abrégé illustrant le déroulement possible de la leçon

ÉTUDE DE LA PHOTOGRAPHIE À L'INFRAROUGE
Module 1 : Sciences 10

CYCLES BIOGÉOCHIMIQUES
Module 1 : Biologie 20

Introduction *l'enseignant fournit le cadre de la leçon de façon à rendre celle-ci pertinente pour les apprenants*

Posez des questions qui stimulent l'esprit : Comment les satellites météorologiques : – produisent des images de nuit de la couverture nuageuse? – déterminent la température de l'air et de l'eau? – distinguent les limites entre les fronts chauds et les fronts froids?	Faites une recherche et préparez des tables/tableaux du coût de la nourriture de base dans le monde (pays développés et sous-développés) en mettant l'accent sur les engrais inorganiques/organiques et leur coût.

Exploration *une activité sert à explorer le nouveau concept ou la nouvelle idée*

Interprétez des images obtenues par la télédétection. En quoi les images à l'infrarouge diffèrent-elles des images ordinaires?	Organisez une visite de la classe chez un fabricant d'engrais. Concentrez-vous sur le coût de la production d'engrais et sur le coût pour le consommateur (agriculteur).

Développement *l'enseignant oriente la discussion pendant que les élèves développent des concepts pour décrire les résultats de l'exploration initiale*

Discutez des pellicules sensibles spéciales; les couleurs dans un thermogramme indiquent la température relative.	Le carbone, l'azote et le phosphore peuvent provenir de diverses sources naturelles, sociétales et industrielles. Les perturbations dans les cycles naturels peuvent être causées par les activités humaines.

Application *les élèves appliquent et stabilisent leur apprentissage, en le reliant aux grands concepts, thèmes et à leurs apprentissages antérieurs*

Les groupes d'apprentissage coopératif étudient un aspect particulier de la photographie à l'infrarouge.	Activité permettant de mesurer les quantités relatives d'azote, de phosphore et de potassium dans divers engrais commerciaux et dans le compost domestique.

Exemple abrégé illustrant le déroulement possible de la leçon

ÉTUDE DE LA PHOTOGRAPHIE À L'INFRAROUGE — **Module 1 : Sciences 10**

CYCLES BIOGÉOCHIMIQUES — **Module 1 : Biologie 20**

Portée *la portée des nouveaux apprentissages est développée dans un contexte STS*

Les techniques d'imagerie thermique aident les savants à formuler des théories et à faire progresser la compréhension de l'écologie, de la géographie, de la géologie, de la physiologie et de la pathologie.

La désertification peut être étudiée à l'aide de la télédétection par satellite pour expliquer pourquoi les famines sont devenues si répandues en Afrique du Nord.

Impact de la surproduction des lacs sur les loisirs (eutrophisation).

Agriculture ordinaire vs agriculture «organique».

Mesure et évaluation *stratégies utilisées pour mesurer et évaluer les nouveaux apprentissages*

Échelle d'appréciation de groupe pour l'activité d'apprentissage coopératif.

Profil individuel de l'élève - habiletés de résolution de problèmes scientifiques.

Feuille du cycle d'apprentissage

Les **thèmes** de ce module sont :

Sujet : _____

Les aspects du **cadre des habiletés** sur lesquels on insiste sont :

Amorce et planification	Analyse
Collecte et enregistrement	Établissement de liens, synthèse et intégration
Organisation et communication	Évaluation du processus ou des résultats

Les **liens STS** sur lesquels on insiste sont :

Les **attentes spécifiques pour l'élève** dont on tient compte sont :

Connaissances

Habiletés

Liens STS

Introduction	*l'enseignant fournit le cadre de la leçon de façon à rendre celle-ci pertinente pour les apprenants*

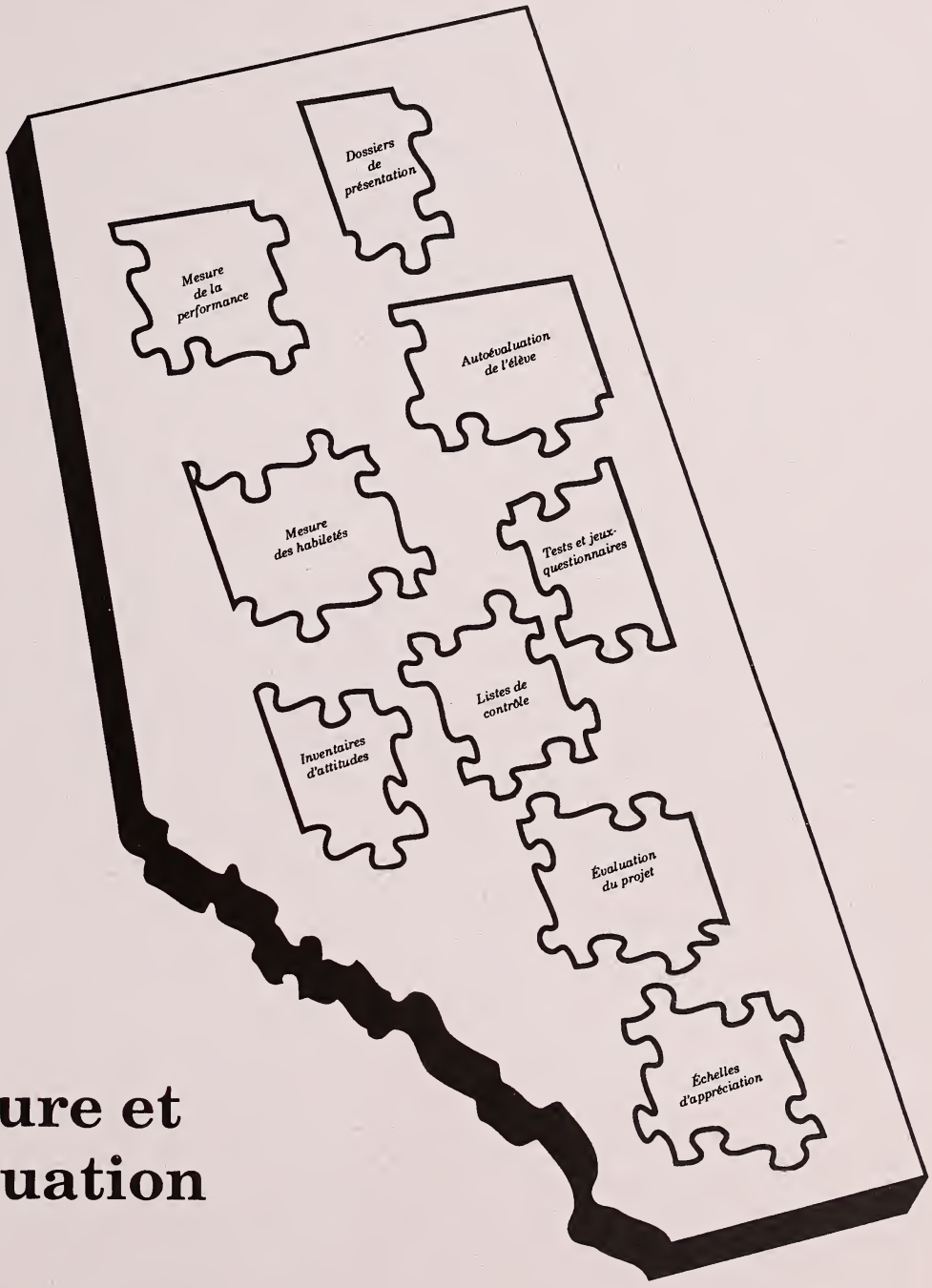
Exploration	*une activité sert à explorer le nouveau concept ou la nouvelle idée*

Développement	*l'enseignant oriente la discussion pendant que les élèves développent des concepts pour décrire les résultats de l'exploration initiale*

Application	*les élèves appliquent et stabilisent leur apprentissage, en le reliant aux grands concepts, thèmes et à leurs apprentissages antérieurs*

Portée	*la portée des nouveaux apprentissages est développée dans un contexte STS*

Mesure et évaluation	*stratégies utilisées pour mesurer et évaluer les nouveaux apprentissages*



Mesure et évaluation

Karen Slevinsky et Terry Grier

INTRODUCTION

La vision d'avenir contenue dans les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle exige que l'élève se concentre sur l'apprentissage des idées et principes scientifiques interreliés, et qu'il :

- développe les méthodes d'enquête qui caractérisent la science;
- s'engage dans des activités d'apprentissage qui offrent une expérience reliée à son univers;
- assume une responsabilité croissante pour son apprentissage en devenant un apprenant actif.

Cette vision d'avenir peut se concrétiser si l'on offre un processus de mesure et d'évaluation qui est authentique et appuie la raison d'être et la philosophie des programmes de sciences. Ce processus devrait permettre aux élèves de montrer jusqu'à quel niveau ils ont réalisé les attentes d'apprentissage prévues. Il doit y avoir un lien étroit entre les stratégies de mesure et d'évaluation et le programme d'études visé, de façon à ce que les enseignants soient plus en mesure de déterminer les niveaux de performance de l'élève. Ces stratégies devraient s'efforcer de refléter l'apprentissage dans un environnement appartenant au monde réel, tout en contribuant à la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage.

Il doit y avoir un lien étroit entre les stratégies de mesure et d'évaluation et le programme d'études visé, de façon à ce que les enseignants soient plus en mesure de déterminer les niveaux de performance de l'élève.

Un plan de mesure et d'évaluation qui encourage des processus d'enseignement et d'apprentissage valables se fonde sur les trois principes suivants :

- La mesure et l'évaluation s'appuient sur des attentes bien définies en ce qui concerne le rendement de l'élève.
- Un bon enseignement requiert des stratégies de mesure et d'évaluation efficaces.
- La mesure et l'évaluation reconnaissent le rôle central du langage et de l'apprentissage.

Des attentes bien définies pour le rendement de l'élève

Les attentes d'apprentissage qui forment l'assise de l'instruction des programmes de sciences comme de leur mesure et évaluation sont explicitées dans les divers programmes d'études. Ces attentes offrent une base à l'établissement des normes de performance et à la conception des stratégies de mesure et d'évaluation. Les spécifications et les normes de

*La stratégie de mesure ou d'évaluation est **valide** si elle s'appuie sur les attentes concernant l'apprentissage contenues dans les programmes d'études.*

performance contenues dans ces stratégies doivent être fidèles aux attentes portant sur le contenu de l'apprentissage et à celles portant sur la qualité de cet apprentissage. La stratégie de mesure ou d'évaluation est **valide** si elle s'appuie sur les attentes concernant l'apprentissage contenues dans les programmes d'études.

L'évaluation de l'élève en sciences se réfère à une approche systématique à la formation de jugements sur le niveau de performance de l'élève, jugements qui s'appuient sur les critères suivants :

- la compréhension des **concepts et principes-clés en sciences**;
- le développement des **habiletés** reliées à **l'enquête scientifique, la résolution de problèmes et la prise de décisions**;
- le développement **d'attitudes positives** à l'égard des sciences.

Un bon enseignement et des stratégies efficaces de mesure et d'évaluation

Un programme de mesure et d'évaluation valable devrait centrer l'enseignement sur les résultats de l'apprentissage que l'on considère importants à l'épanouissement d'une culture scientifique. Pour ce faire, le programme doit définir bien clairement les attentes et les normes de performance du cours, et offrir des items de test types accompagnés de critères de notation, des travaux d'élèves types annotés, ainsi que des exemples d'autres stratégies de mesure et d'évaluation. Une mesure et une évaluation juste de l'élève exigent qu'on fasse une planification adéquate et qu'on informe l'élève des critères de mesure et d'évaluation. La stratégie de mesure et d'évaluation doit varier lorsque son but varie. On doit faire appel à divers instruments de mesure pour évaluer la performance et à diverses stratégies pour réaliser l'évaluation du produit, de façon à refléter les différents buts de la mesure et de l'évaluation.

Le rôle du langage dans l'apprentissage

On est conscient dans les écoles albertaines du rôle critique que joue le langage dans l'apprentissage. Il faut développer les habiletés langagières car ce sont elles qui permettent aux élèves de communiquer ce qu'ils ont appris en sciences. On peut promouvoir un rôle plus articulé pour le langage à l'aide de discussions en classe, de projets de recherche, de carnets d'apprentissage, de questions à réponse élaborée et de l'auto-évaluation.

DÉFINITIONS

La ***mesure*** est le processus qu'utilise un enseignant pour déterminer l'efficacité d'un élève dans l'accomplissement d'activités reliées aux sciences. Une forme de mesure juge de la performance de l'élève lorsqu'il «fait des sciences». C'est pourquoi on l'appelle **mesure de la performance**. Cette dernière comprend la mesure de la performance de l'élève dans le travail en groupe, les laboratoires, la communication ou d'autres activités qui ne mettent pas l'accent sur l'apprentissage par cœur.

L'***évaluation*** est «un processus récapitulatif», dans lequel les **jugements de valeur** jouent un grand rôle pour déterminer le rendement de l'élève en ce qui a trait aux résultats du cours. Ce processus peut inclure l'évaluation de rapports écrits, de dissertations, de projets, de rapports de laboratoire, de jeux-questionnaires, de tests et d'examens. L'évaluation peut être formative, sommative ou les deux à la fois.

L'***évaluation formative*** est la détermination et la surveillance suivie du niveau de compréhension et de développement des habiletés et attitudes de l'élève. Ces stratégies, telles que les observations, les entrevues avec les élèves ou les tests préparés spécialement, sont de nature **diagnostique**. Les instruments de l'évaluation formative sont conçus en vue d'offrir aux élèves une rétroaction visant à renforcer l'apprentissage et aux enseignants des renseignements utiles pour la planification de stratégies d'apprentissage plus efficaces. Les résultats obtenus à l'aide de ces stratégies ne devraient pas en arriver à faire partie du dossier individuel de l'élève, bien que l'enseignant puisse trouver que l'évaluation formative fournit de l'information utile pour faire des commentaires appropriés dans le bulletin scolaire de l'élève.

L'***évaluation sommative*** est conçue en vue de déterminer le degré auquel les objectifs pédagogiques d'un cours ont été atteints et sert surtout à **donner des notes** reliées à la performance de l'élève. Les résultats obtenus grâce à un instrument d'évaluation, comme un test ou un jeu-questionnaire, fournissent de l'information qui permet aux enseignants de porter des jugements sur la qualité de la performance de l'élève. L'évaluation sommative constitue la mesure fondamentale du rendement pour un élève pris individuellement, en rapport avec la réalisation des attentes pour l'élève, vu qu'elle offre des renseignements qui serviront à décider si l'élève obtient les crédits ou s'il passe dans la classe supérieure.

Certaines stratégies peuvent être à la fois sommatives pour l'élève et formatives pour l'enseignant.

Certaines stratégies peuvent être à la fois sommatives pour l'élève et formatives pour l'enseignant. L'examen de module qui forme une partie de la note finale de l'élève est sommatif pour l'élève. Les résultats de la classe sur le même test peuvent être utilisés par l'enseignant pour déterminer des aspects comme la réussite de l'enseignement avec une nouvelle insistance sur le programme d'études ou sur les ressources de base, ou bien le besoin que manifeste une classe ou un certain élève pour une activité de rattrapage, d'enrichissement ou de prolongement dans un module particulier. L'examen de module est alors formatif pour l'enseignant. Pour être vraiment formatif pour l'élève, un test doit pouvoir être repris après examen critique du résultat, et on doit allouer du temps pour la maîtrise des habiletés et des concepts qui n'ont pas été bien saisis.

MESURE DE LA PERFORMANCE SCIENTIFIQUE

Pendant que les élèves font des sciences

Pour mesurer la performance, on donne à un élève seul, ou à un groupe d'élèves, une tâche reliée au processus scientifique, qui peut prendre de une demi-heure à plusieurs jours à exécuter ou à résoudre. L'objectif de l'évaluation est d'observer la façon dont les élèves travaillent ainsi que de regarder la tâche ou le produit achevé. Ce type de mesure peut offrir un outil additionnel permettant de diagnostiquer les difficultés d'apprentissage et aussi fournir de l'information précieuse pour améliorer le programme.

La tâche peut être tirée de n'importe quel domaine de contenu scientifique à l'intérieur du programme d'études. Étant centrée sur un seul élève ou sur un groupe d'élèves, la mesure peut prendre des formes multiples, telles que :

- présenter aux élèves un problème relié à ce qu'ils sont en train de faire en classe, et écouter les réponses;
- observer ce que font et disent les élèves; regarder pour trouver des caractéristiques choisies; écrire des fiches anecdotiques;
- interviewer les élèves durant ou après une étude;
- ramasser ce qu'ont écrit les élèves, soit durant l'étude scientifique, soit en réponse à une question supplémentaire;
- observer la performance sur une tâche d'habileté de traitement reliée à l'enquête scientifique ou à la résolution de problèmes (ex. : tâches exécutées à des postes de laboratoire, construction de maquettes).

Avantages offerts par la mesure de la performance

L'examen de la performance de l'élève donne des renseignements sur son aptitude à :

- bien raisonner et poser des questions;
- persister, se concentrer et travailler de façon autonome;
- observer, inférer, formuler des hypothèses et prédire;
- avoir l'esprit ouvert, changer de stratégie si celle-ci ne marche pas;
- utiliser des matériaux et de l'équipement reliés au procédé;
- travailler avec les autres dans un groupe;
- communiquer et utiliser le langage scientifique en discutant, écrivant et expliquant les idées en ses propres termes;
- concevoir et mener ses propres expériences et études;
- recueillir, organiser et présenter l'information;
- s'enthousiasmer pour les sciences.

(Traduit et adapté du livret *Assessment Alternatives in Mathematics*, publié par le California Mathematics Council.)

STRATÉGIES DE MESURE DE LA PERFORMANCE

Observer et interroger les élèves alors même qu'ils participent à une activité donne aux enseignants l'occasion d'évaluer directement le niveau de développement du concept, de l'habileté et de l'attitude au sein d'un module particulier.

1. Observation et interrogation

Observer et interroger les élèves alors même qu'ils participent à une activité donne aux enseignants l'occasion d'évaluer directement le niveau de développement du concept, de l'habileté et de l'attitude au sein d'un module particulier. Cette stratégie de mesure peut être faite de façon **informelle** en observant le niveau de participation des élèves ou de la classe dans une activité, ou bien de façon **formelle**, grâce à des entrevues individuelles structurées avec les élèves.

Techniques d'observation :

- Les élèves ne devraient pas être distraits par les tentatives de l'enseignant en vue de les observer.
- Les enseignants peuvent observer à la fois le comportement des élèves travaillant indépendamment et celui des élèves travaillant dans un groupe.
- Les observations devraient être centrées sur un aspect d'une activité particulière; ex. : les habiletés de chef de file dans le cadre du groupe.
- Il faut décider à l'avance des tâches spécifiques à observer à l'intérieur d'une activité.

- Il faut, à tout moment, choisir des élèves en particulier ou bien un petit groupe d'élèves pour les observer.
- Les enseignants doivent faire preuve de souplesse et pouvoir noter d'autres comportements révélateurs qui n'étaient pas inclus dans le plan d'évaluation original.
- Les cartes de commentaires et les listes de contrôle sont des moyens utiles pour noter les observations.

Le but de l'**interrogation** est d'aider l'enseignant à évaluer les réponses verbales de l'élève comme des indices de mesure. Les questions devraient révéler les processus mentaux de l'élève concernant un certain aspect de l'activité en cours. L'enseignant peut, par exemple, poser les questions suivantes aux élèves qui travaillent deux par deux au montage d'une expérience visant à vérifier une prédiction :

- Quels concepts scientifiques aurez-vous besoin de comprendre pour monter une expérience en vue de vérifier la prédiction?
- Est-ce que vous pouvez décrire la prédiction que cherche à vérifier cette expérience?
- Pensez-vous que la formulation de la prédiction est telle qu'elle va ajouter à votre compréhension de l'hypothèse?
- Est-il possible de vérifier la prédiction en utilisant l'expérience que vous avez conçue?
- Avez-vous identifié les variables indépendantes, les variables dépendantes et les variables contrôlées?
- De quels matériaux aurez-vous besoin pour vérifier la prédiction, en utilisant l'expérience que vous avez conçue?
- Comment allez-vous noter vos observations et que comptez-vous faire avec les données?
- Comment vous sentez-vous en planifiant vous-même cette expérience?
- Vous sentez-vous capable de mener à bien le projet avec votre partenaire?
- Quels concepts scientifiques devrez-vous comprendre de façon à en arriver à des conclusions dans cette expérience?

Observation et interrogation informelles

Cette stratégie de mesure utilise l'observation directe des élèves, de petits groupes ou de la classe, pour offrir de l'information générale sur le niveau de performance concernant des tâches particulières au sein d'une activité. Des exemples de ces activités peuvent inclure la résolution de problèmes, la construction de maquettes, la résolution de controverses, l'analyse d'une étude de cas ou la planification d'une présentation.

Cette stratégie de mesure utilise l'observation directe des élèves, de petits groupes ou de la classe.

Il faut **consigner** brièvement et de façon objective l'information obtenue par l'observation et l'interrogation, et ce, le plus tôt possible après l'observation. Les méthodes que l'on suggère pour l'enregistrement comprennent les cartes de commentaires, les listes de contrôle et les échelles d'appréciation. Elles devraient être faites pour répondre aux besoins de l'élève, du groupe ou de la situation. On peut les réviser ou les utiliser comme guides afin de développer des échelles convenant à des situations spécifiques. Pour créer ces instruments, on fait appel aux principes suivants :

Les méthodes que l'on suggère pour l'enregistrement comprennent les cartes de commentaires, les listes de contrôle et les échelles d'appréciation.

- Déterminer le ou les buts de la performance ou de l'attitude que vous désirez mesurer. Choisissez ceux qui ne peuvent pas être évalués plus facilement par d'autres moyens.

- Énumérez les actions, pensées, ou attitudes d'un élève en particulier qui indiqueraient l'atteinte du ou des buts.

- Sur la liste de contrôle ou l'échelle d'appréciation, écrivez les points qui décrivent les particularités des actions, pensées ou attitudes choisies. Si l'on se sert d'une échelle d'appréciation, choisir celle qui convient.

On peut utiliser la ***carte de commentaires*** pour indiquer des réalisations spécifiques dans le développement des concepts et habiletés ainsi que pour diagnostiquer des domaines qui nécessitent une attention particulière. Les sondages auprès d'individus ou de groupes, dans lesquels il est question d'éléments personnels, se prêtent bien à l'utilisation de la carte de commentaires.

Carte de commentaires type : activité de résolution de problèmes

Activité : Résolution de problèmes

Élève : _____ **Date :** _____

Commentaires : A clairement identifié le problème mais a eu de la difficulté avec la planification même de l'étude. Mal à l'aise à l'idée d'avoir à inventer plutôt qu'à suivre un plan donné. Coopératif dans le groupe et a bien répondu aux questions guides. A persévéré avec de l'encouragement.

La ***liste de contrôle*** peut servir à noter les observations faites du comportement de l'élève ou du groupe et elle constitue une appréciation personnelle des aptitudes et attitudes envers l'environnement scientifique. Des domaines de développement spécifiques peuvent comprendre l'aptitude à résoudre les problèmes, l'apport aux activités du groupe, la bonne volonté à travailler en coopération et la contribution d'idées au groupe ou du groupe à la classe.

Liste de contrôle type : activité de résolution de problèmes

Activité : résolution de problèmes

Élève : _____ **Date :** _____

_____ 1. Aime résoudre les problèmes.

_____ 2. Travaille en coopération avec les autres dans le groupe.

_____ 3. Apporte des idées pour la résolution de problèmes en groupe.

_____ 4. Persévère - ne lâche pas le problème.

_____ 5. Essaie de comprendre le problème.

_____ 6. Peut utiliser des données pour résoudre les problèmes.

_____ 7. Pense aux stratégies qui pourraient être utiles.

_____ 8. A l'esprit ouvert - essaie différentes stratégies.

_____ 9. Vérifie les données et/ou les résultats pour voir s'ils sont justes.

_____ 10. Peut décrire/analyser les résultats ou en arriver à une conclusion/décision appropriée.

Traduit et adapté de *How to Evaluate Progress in Problem Solving* du National Council of Teachers of Mathematics (1987).

On peut utiliser une ***échelle d'appréciation*** lorsqu'un concept, une habileté ou une attitude spécifique est en cours d'évaluation et on pourrait l'utiliser de concert avec une technique semblable d'autoévaluation de l'élève. Les élèves pourraient ainsi prendre conscience de leur développement en rapport avec l'évaluation de l'enseignant. Selon la nature de la mesure, l'échelle d'appréciation peut varier de simple et relativement brève à complexe.

Échelle d'appréciation type : activité d'enquête scientifique

Activité : enquête scientifique

Élève : _____ **Date :** _____

	Souvent	Parfois	Jamais
1. Choisit des stratégies de solution appropriées.	_____	_____	_____
2. Met en œuvre les stratégies de solution de façon précise.	_____	_____	_____
3. Essaie une stratégie de solution différente (sans l'aide de l'enseignant) lorsqu'il est coincé.	_____	_____	_____
4. Aborde l'enquête scientifique de façon systématique.	_____	_____	_____
5. Manifeste de la bonne volonté pour utiliser les processus d'enquête scientifique.	_____	_____	_____
6. Fait preuve de confiance en lui.	_____	_____	_____
7. Persévère dans ses tentatives.	_____	_____	_____

Échelle d'appréciation type : participation dans les activités orales en classe

NOM : _____ DATE : de _____ à _____

DIRECTIVES : Utilisez l'échelle ci-dessous pour évaluer chaque aspect du comportement dans la classe. L'espace au bas de la feuille est prévu pour inscrire un commentaire récapitulatif et une note ou un classement global, si on le désire. Prenez note de ce que le classement global n'est pas nécessairement la «moyenne» des éléments individuels, vu que certains d'entre eux peuvent être plus importants que d'autres et doivent donc avoir une pondération supérieure dans le calcul de la note globale.

Critères de classement :

1. Jamais. Peut se montrer gênant ou non coopératif.
2. Rarement. A normalement besoin qu'on le mette sur la voie.
3. De temps en temps. Le comportement varie selon l'activité ou le sujet.
4. Fréquemment. Observé dans une gamme d'activités.
5. Caractéristique de cet élève. Point fort très net.

1. Répond aux questions en classe.	1	2	3	4	5
2. Offre spontanément des remarques ou des idées.	1	2	3	4	5
3. Pose des questions d'éclaircissement.	1	2	3	4	5
4. Pose des questions ou offre des remarques qui font démarrer ou prolongent la discussion en classe.	1	2	3	4	5
5. Suit les directives orales de façon précise.	1	2	3	4	5
6. Appuie et encourage les autres élèves.	1	2	3	4	5
7. Écoute l'enseignant en se montrant attentif et poli.	1	2	3	4	5
8. Écoute les autres élèves en se montrant attentif et poli.	1	2	3	4	5

Commentaires récapitulatifs et note

Enhancing and Evaluating Oral Communication in Secondary Grades, ministère de l'Éducation de Colombie-Britannique, 1988.

Observation et interrogation formelles

Les **entrevues structurées** *comprennent l'observation et l'interrogation formelles de l'élève au cours d'une séance d'enquête scientifique.*

Les ***entrevues structurées*** comprennent l'observation et l'interrogation formelles de l'élève au cours d'une séance d'enquête scientifique. Elles sont beaucoup plus structurées que les méthodes informelles dont on vient de parler ci-dessus et comportent l'attribution d'une tâche d'enquête scientifique bien définie ainsi que des questions spécifiques dirigées vers l'élève, concernant les processus mentaux par lesquels il passe et les sentiments associés à cette activité. Il faut établir un plan d'entrevue diagnostique de façon à identifier les points sur lesquels l'élève a des difficultés et qui permettra une planification du rattrapage. Cette méthode, qui demande beaucoup de temps et des efforts considérables, doit être appliquée en privé et nécessite un certain niveau de confiance mutuelle avec l'élève. Afin de faciliter l'analyse, il faut enregistrer l'entrevue au magnétophone ou sur bande vidéo, écrire un rapport anecdotique ou remplir une échelle d'appréciation ou une liste de contrôle. Cette méthode systématique peut s'avérer utile lorsque d'autres méthodes n'ont pas réussi à mettre à jour les causes des difficultés de l'élève.

Lorsqu'il **prépare une entrevue**, l'enseignant choisit pour l'élève une tâche à exécuter durant l'entrevue même. Il peut, par exemple, demander à l'élève d'identifier le point de vue scientifique et économique dans un article de journal sur un déversement de pétrole qui vient de se produire. La méthode SQLR2 (voir page suivante) a maintenant été enseignée en classe et mise en pratique, mais l'élève a beaucoup de difficulté à exécuter ce genre de tâche. Il faut créer un ensemble de questions pour sonder la stratégie d'enquête utilisée par l'élève et les sentiments de ce dernier associés au processus. Certains des domaines que les questions peuvent explorer sont :

*Lorsqu'il **prépare une entrevue**, l'enseignant choisit pour l'élève une tâche à exécuter durant l'entrevue même.*

Questions types pour l'entrevue

1. Est-ce que tu peux décrire ce qu'on te demande dans cette tâche?
2. Quelles méthodes pourrais-tu employer pour faire cette tâche?

   Quelles méthodes pourraient marcher?

   Comment vas-tu décider quelle méthode utiliser?
3. Quelle information spécifique vas-tu chercher dans cet article dans le but de l'utiliser?
4. Quelles sont les étapes que tu vas suivre pour exécuter cette tâche?
5. Quand tu as fini, comment vas-tu évaluer la qualité de ton travail?

Chaque phase de la tâche peut être sondée alors que l'élève travaille à enquêter (recherche, problème ou controverse). L'information acquise par le biais de l'entrevue peut servir à aider l'enseignant et l'élève à déterminer les domaines causant des difficultés et les mesures de rattrapage nécessaires.

Survolez	ce que vous allez lire. Prenez une ou deux minutes pour balayer la tâche du regard, c'est-à-dire le titre, les chapitres, les paragraphes récapitulatifs, les questions de révision. Vous serez alors en mesure de relier ce que vous connaissez déjà au nouveau matériel.
Questionnez	ce que vous allez lire. Prenez le premier sous-titre et faites-en une question en demandant «Comment?», «Quoi?», «Pourquoi?» ou «Qui?». Vous saurez alors ce que vous avez besoin de chercher en lisant.
Lisez	du début à la fin. Gardez vos questions à l'esprit et soyez à l'affût de réponses possibles.
Récitez	l'information que vous avez apprise. Posez-vous la question, puis dites-vous la réponse. C'est cette étape qui vous aide le plus à apprendre ce que vous avez lu. La meilleure façon de réciter est de prendre des notes brèves sous forme de plan, en écrivant la question sur la gauche de la feuille et la réponse sur la droite. La réponse devrait résumer l'idée principale de la section et être accompagnée des détails importants. Cela vous aidera plus tard lors de la révision.
Révisez	pour vérifier votre apprentissage et pour vous assurer que vous vous rappelez l'information jusqu'à ce que vous en ayez besoin. Cachez le côté droit de vos notes. Posez-vous les questions sur la gauche et voyez si vous connaissez les réponses. Si vous ne les connaissez pas, regardez encore une fois vos notes.

2. Cadre des habiletés en sciences

Le cadre des habiletés présenté ici est tiré des **Attentes générales pour l'élève** qui se trouvent dans les programmes d'études des sciences au secondaire deuxième cycle. Les critères pour la mesure et l'évaluation de l'enquête scientifique s'appuient sur ce cadre d'habiletés. On trouve ci-dessous deux modèles de mesure, le premier concernant la mesure et l'évaluation de ces habiletés, et le second permettant de noter la performance individuelle fondée sur la mesure.

- Amorce et planification
  - identifier et énoncer clairement le problème ou la question qui doit faire l'objet d'une étude;
  - distinguer entre l'information et les données pertinentes et celles qui ne sont pas pertinentes;
  - assembler et consigner l'information de base;
  - identifier toutes les variables, y compris les variables contrôlées;
  - identifier les matériaux et l'équipement nécessaires;
  - formuler des questions, des hypothèses et/ou des prédictions pour guider la recherche.

- Collecte et enregistrement

  - exécuter et modifier la méthode si nécessaire;
  - monter et utiliser correctement les appareils et les matériaux pour collecter des données expérimentales fiables;
  - observer, recueillir et enregistrer les données ou l'information selon les règles de sécurité et en tenant compte des facteurs environnementaux.

Les critères pour la mesure et l'évaluation de l'enquête scientifique s'appuient sur ce cadre d'habiletés.

- Organisation et communication

  - organiser et présenter les données (thèmes, groupes, tableaux, graphiques, organigrammes, diagrammes de Venn) de façon concise et efficace;
  - communiquer les données de façon plus efficace, en utilisant les calculs mathématiques et statistiques là où il le faut;
  - exprimer les quantités mesurées et calculées en utilisant le nombre approprié de chiffres significatifs et les unités SI appropriées pour toutes les quantités;
  - communiquer les résultats des recherches dans un rapport clairement rédigé.

- Analyse

  - analyser les données ou l'information pour y trouver tendances, schémas, rapports, fiabilité et précision;
  - identifier et discuter des sources d'erreur et de leur effet sur les résultats;
  - identifier les hypothèses, attributs, partis pris, revendications ou motifs;
  - identifier les idées principales.

- Établissement de liens, synthèse et intégration

  - prédire à partir de données ou d'information;
  - formuler d'autres hypothèses vérifiables appuyées par les connaissances et la compréhension générées;
  - identifier d'autres problèmes ou controverses à étudier;
  - identifier les solutions de rechange à envisager;
  - proposer et expliquer les interprétations ou les conclusions;
  - développer des explications théoriques;
  - relier les données ou l'information à des lois, principes, modèles ou théories identifiés dans l'information de base;

- répondre au problème à l'étude;
- résumer et communiquer les résultats;
- décider d'un plan d'action.

- Évaluation du processus ou des résultats

  - établir des critères pour juger des données ou de l'information;
  - envisager les conséquences et les développements;
  - identifier les limites des données ou de l'information et les interprétations ou conclusions, comme résultat de la conception expérimentale, de la recherche ou du projet;
  - suggérer des solutions de rechange et envisager des améliorations à la technique et à la conception expérimentales;
  - évaluer et estimer les idées, l'information et les solutions de rechange.

Les pages qui suivent résument, sous forme de tableau, les critères qui permettent d'évaluer les habiletés de traitement de l'information scientifique intégrées dans ce cadre.

Modèle pour la mesure et l'évaluation des habiletés de traitement de l'information scientifique (Student Evaluation Branch, 1992)

Critères permettant d'évaluer les habiletés de traitement de l'information scientifique
A. Amorce et planification

NIVEAU 1 1re à 3e année	NIVEAU 2 4e à 6e année	NIVEAU 3 7e à 9e année	NIVEAU 4 10e à 12e année
• Propose un énoncé de problème simple lorsqu'on lui demande • A besoin d'information générale • Identifie les points qui changent et ceux qui restent les mêmes • Devine le résultat • Identifie des matériaux et de l'équipement simples à utiliser • Suit les directives données	• Propose un énoncé de problème simple • L'information générale est fournie par l'expérience de l'enseignant ou celle de l'élève • Identifie les variables qui ne sont pas contrôlées et celles qui le sont • Devine juste • Identifie les matériaux et l'équipement à utiliser • Est capable de monter un appareil simple • Suit les directives données • Est capable d'écrire des énoncés décrivant les processus • Prépare des tableaux d'observation, des tables et des diagrammes comme le demande l'enseignant	• Propose un problème à étudier • L'information générale est fournie par l'enseignant, du matériel de référence ou la propre expérience de l'élève • Identifie les variables contrôlées, les variables indépendantes et les variables dépendantes • Fait une prédiction et/ou avance une hypothèse simple • Identifie les matériaux et l'équipement à utiliser • Monte un appareil simple • Développe et organise une méthode écrite simple • Prépare des tableaux, diagrammes, graphiques et fait des calculs comme l'explique l'enseignant	• Énonce clairement les buts et le problème à étudier • Formule une hypothèse et une prédiction appropriées • Prépare l'information de base nécessaire à partir de références, recherches, discussions et/ou expériences passées • Conçoit une étude • Identifie les variables, y compris les variables contrôlées • Identifie et nomme les matériaux et l'équipement à utiliser • Conçoit et écrit des méthodes qui sont claires et détaillées • Monte et conçoit ou modifie un appareil simple • Prépare des tableaux d'observation, diagrammes et graphiques

Critères permettant d'évaluer les habiletés de traitement de l'information scientifique
B. Collecte et enregistrement

NIVEAU 1 1re à 3e année	NIVEAU 2 4e à 6e année	NIVEAU 3 7e à 9e année	NIVEAU 4 10e à 12e année
• Suit une méthode simple • Utilise correctement les appareils et les matériaux en suivant les directives de l'enseignant • Collecte les données en se servant d'objets concrets, tangibles • Enregistre les données sous forme de phrases ou de tableaux simples qui ont été construits • Est conscient de la sécurité et des facteurs environnementaux • Suit les règles de sécurité énoncées	• Suit une méthode simple • Utilise correctement les appareils et les matériaux • Collecte des objets tangibles • Fait des mesures simples • Enregistre les données sous forme numérique et non numérique • Est capable d'utiliser et de construire des tableaux simples • Est conscient de la sécurité et des facteurs environnementaux • Suit les règles de sécurité énoncées	• Suit une méthode donnée et est capable de suggérer des modifications lorsqu'on lui demande • Utilise correctement les matériaux et les appareils • Recueille et enregistre les données de façon précise, y compris les unités appropriées aux données mesurées • Démontre qu'il se soucie des règles de sécurité et des facteurs environnementaux dans l'utilisation et l'entretien des matériaux et des appareils • Est capable de localiser les règles de sécurité appropriées • Participe activement à la discussion dirigée par l'enseignant sur les questions de sécurité et d'environnement	• Suit une méthode donnée et la modifie au besoin • Utilise correctement et sur une base continue les appareils et matériaux standard • Recueille et enregistre les données de façon précise en utilisant les unités appropriées • Démontre un souci approprié de la sécurité • Est capable de suggérer des modifications aux méthodes afin de minimiser les dommages environnementaux, là où c'est possible

Critères permettant d'évaluer les habiletés de traitement de l'information scientifique
C. Organisation et communication

NIVEAU 1 1re à 3e année	NIVEAU 2 4e à 6e année	NIVEAU 3 7e à 9e année	NIVEAU 4 10e à 12e année
• Organise les données en ensembles d'objets concrets	• Organise les données en ensembles d'objets concrets • Fournit une base pour l'organisation des ensembles de données • Construit des graphiques simples pour représenter les données • Fait des calculs mathématiques simples • Identifie, avec l'aide de l'enseignant, les erreurs et imprécisions	• Organise les données sous forme d'ensembles, de thèmes et/ou de tables • Fournit une base et suggère des solutions de rechange pour l'organisation des données • Est capable de construire des graphiques et/ou des tables pour représenter les données • Fait des calculs mathématiques simples • Identifie les erreurs et contradictions dans les données ou les méthodes de collecte • Prend part à la discussion dirigée par l'enseignant sur les imprécisions scientifiques	• Organise les données de façon précise • Est capable de représenter les données, d'utiliser les graphiques et tables appropriés • Fait les calculs mathématiques pertinents et demandés, là où c'est possible • Exprime les quantités mesurées et calculées avec la précision voulue, là où c'est possible

Critères permettant d'évaluer les habiletés de traitement de l'information scientifique
D. Analyse

NIVEAU 1 1re à 3e année	NIVEAU 2 4e à 6e année	NIVEAU 3 7e à 9e année	NIVEAU 4 10e à 12e année
• Identifie correctement les schémas à l'intérieur des données • Identifie les rapports, avec l'aide de l'enseignant	• Évalue les schémas et tendances qui sont présentés de façon conceptuelle par les données • Identifie les rapports de cause à effet simples • Identifie, avec l'aide de l'enseignant, les sources d'erreur dans la collecte et la manipulation des données • Identifie, avec l'aide de l'enseignant, l'effet des erreurs sur les résultats	• Évalue les schémas, tendances et rapports simples • Identifie les sources d'erreur dans la collecte et la manipulation des données • Suggère des améliorations aux méthodes et/ou à la manipulation des données afin de corriger les résultats	• Évalue les schémas, tendances et rapports découlant de la collecte et de la manipulation des données • Exprime la précision de façon qualitative et/ou quantitative (en quotient d'erreur), là où c'est possible • Identifie les sources d'erreur dans la collecte et la manipulation des données • Identifie les hypothèses touchant la mesure et/ou l'analyse • Détermine la fiabilité des données • Répond au problème

Critères permettant d'évaluer les habiletés de traitement de l'information scientifique
E. Établissement de liens, synthèse et intégration

NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3	NIVEAU 4	NIVEAU 5
• Fournit une réponse simple mais pas nécessairement appropriée au problème à l'étude, en s'appuyant sur les résultats obtenus	• Fournit une réponse simple qui est appropriée au problème à l'étude et aux résultats obtenus • Essaie de relier les résultats à des connaissances qui ne sont pas nécessairement liées aux théories ou lois scientifiques	• Fournit une réponse qui est appropriée au problème à l'étude, en s'appuyant sur les résultats obtenus • Relie les résultats, avec l'aide de l'enseignant, aux théories et/ou lois qui s'appliquent	• Relie les données aux lois, principes, modèles ou théories identifiés dans l'information de base et/ou dans un contexte plus large • Propose et explique les interprétations ou conclusions • Développe des explications théoriques • Envisage les conséquences et les développements • Évalue les hypothèses et les effets du parti pris • Évalue l'étude globale en termes de fiabilité et de validité	• Restreint, révise ou remplace un concept scientifique inacceptable

Critères permettant d'évaluer les habiletés de traitement de l'information scientifique
F. Évaluation du processus ou des résultats

NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3	NIVEAU 4	NIVEAU 5
• Essaie d'expliquer les résultats du problème étudié	• Essaie d'expliquer les résultats du problème étudié • Essaie de tirer des conclusions là où c'est possible et lorsqu'on lui demande	• Est capable d'expliquer les résultats obtenus, à la lumière du problème étudié • Tire des conclusions et cherche à les expliquer • Discute des limites des données recueillies, des interprétations et/ou des conclusions • Discute de la validité des résultats lorsqu'on lui demande • Discute, lorsqu'on lui demande, des solutions de rechange et/ou des améliorations à la conception originale	• Évalue la prédiction et les concepts • Identifie les limites des données et de l'information, des interprétations ou des conclusions, résultant de la conception de l'expérience, de la recherche ou du projet • Suggère des solutions de rechange et envisage des améliorations à la technique et à la conception expérimentales	• Établit des critères pour juger de la conception, de la prédiction et des concepts • Envisage les conséquences et les développements • Évalue les hypothèses et les effets du parti pris • Évalue l'étude globale en termes de fiabilité et de validité

Notation de la performance individuelle de l'élève, basée sur l'évaluation des habiletés de traitement de l'information scientifique
(Student Evaluation Branch, 1992)

Ce modèle d'évaluation fournit un cadre donnant des éclaircissements sur les critères qui servent à juger de la performance de l'élève et lui permettent ainsi de l'améliorer dans les habiletés de résolution de problèmes scientifiques. L'information obtenue offre un moyen qui permet de diagnostiquer les difficultés de l'élève et d'illustrer les modes assurant la progression des élèves vers les objectifs du cours touchant les habiletés de traitement de l'information scientifique. La performance globale d'un élève sur la durée du semestre fournira un profil à partir duquel une note pourra être donnée.

Les activités, tâches, rapports et exercices de laboratoire exécutés durant le semestre du cours, qui contribuent au développement global des habiletés de traitement de l'information scientifique, doivent offrir le contenu sur lequel fonder l'évaluation de la performance de l'élève en ce qui touche les habiletés de résolution de problèmes.

Il faut transformer la performance enregistrée pour chaque élève en une note qui reflétera cette performance et contribuera à la note finale. Cette note de la performance devrait être indépendante des autres composantes de la notation, comme les jeux-questionnaires et les tests, en ce qu'elle devrait refléter la composante pratique qui comprend l'activité de l'élève dans la poursuite du cours.

On suggère, actuellement, que cette composante représente 20 % de la note finale.

Voici une façon possible d'établir cette note :

Pour les élèves de 12e année

Performance de niveau 4	
Excellente performance pour les six composantes du cadre des habiletés	20 %
Excellente performance pour la moitié des composantes du cadre des habiletés et performance satisfaisante pour les autres	15 %
Performance satisfaisante pour les six composantes du cadre des habiletés	10 %

Pour les élèves de 11e année

Performance de niveau 4	
Performance satisfaisante ou meilleure pour les six composantes du cadre des habiletés	20 %
Performance de niveau 3	
Excellente performance pour les six composantes du cadre des habiletés et quelques signes de performance de niveau 4	15 %
Excellente performance pour la moitié des composantes du niveau 3 du cadre des habiletés et performance satisfaisante pour les autres	10 %

Pour les élèves de 10e année

Performance de niveau 3	
Excellente performance pour les six composantes du cadre des habiletés	20 %
Excellente performance pour la moitié des composantes du cadre des habiletés et performance satisfaisante pour les autres	15 %
Performance satisfaisante pour les six composantes du cadre des habiletés	10 %

Cette approche exige du jugement de la part de l'enseignant en ce qui touche l'évaluation de l'élève à l'aide des énoncés de critères.

Afin d'évaluer la performance de l'élève dans les habiletés d'enquête scientifique ou de résolution de problèmes, il faut garder à jour un profil de l'élève. À mesure que diverses habiletés sont exécutées, on peut les évaluer comme I (insuffisant), S (satisfaisant) ou E (excellent) pour le niveau respectif considéré. Les critères d'évaluation des habiletés exigées de l'élève à chaque niveau sont fournis dans les pages qui suivent.

Feuilles types du profil de la mesure et de l'évaluation des habiletés

Profil individuel de l'élève : _____

Directives pour l'utilisation :

Consigner le niveau de performance manifesté par l'élève pour chacune des six composantes du cadre des habiletés. Cela doit être fait à partir d'une série d'activités ayant lieu sur toute la durée du cours. Pour que l'on puisse dire qu'il a atteint un certain niveau dans l'une des six composantes du cadre des habiletés, l'élève doit démontrer ce qu'il peut faire (la performance) au moins deux fois.
Pour que l'on puisse dire qu'il a atteint un niveau satisfaisant de résolution de problèmes, l'élève doit avoir une performance satisfaisante dans les six composantes de ce niveau.

I - performance insuffisante pour ce niveau
S - performance satisfaisante pour ce niveau
E - performance excellente pour ce niveau

Composantes du cadre des habiletés	Niveau 1			Niveau 2			Niveau 3			Niveau 4		
	I	S	E	I	S	E	I	S	E	I	S	E
A. Amorce et planification												
B. Collecte et enregistrement												
C. Organisation et communication												
D. Analyse												
E. Établissement de liens, synthèse et intégration												
F. Évaluation du processus ou des résultats												

Profil type de l'élève individuel : Megan Lewis

Niveau 4 : composantes des habiletés en sciences

Date	Laboratoire	A	B	C	D	E	F
12 fév. 92	Taux de diffusion		S				
19 fév. 92	Osmose				E		
25 fév. 92	Enzymes		S				
28 fév. 92	Hydrates de carbone	I					
3 mars 92	Protéines	E					
16 mars 92	Données sur la digestion						

Profil de classe

Composantes du cadre des habiletés

A. Amorce et planification
B. Collecte et enregistrement
C. Organisation et communication
D. Analyse
E. Établissement de liens, synthèse et intégration
F. Évaluation du processus ou des résultats

Inscrivez le plus haut niveau atteint par un élève, au moins deux fois durant le cours, en utilisant celui parmi les indicateurs I, S ou E, qui convient le mieux :

I - performance insuffisante pour ce niveau
S - performance satisfaisante pour ce niveau
E - performance excellente pour ce niveau

Nom de l'élève	Composantes des habiletés en sciences	Évaluation globale (sur 20 %)

Signature de l'enseignant : _____ Date : _____

3. Autoévaluation de l'élève

Les élèves peuvent fournir des données d'autoévaluation qui pourront s'avérer utiles pour eux et pour l'enseignant. L'utilité de ces évaluations dépend du degré de sincérité avec lequel ils rapportent leurs sentiments, convictions, intentions et façons de penser. Ce genre d'information joue un rôle en évaluant pleinement le progrès vers les attentes du programme concernant l'élève, surtout dans les composantes de l'attitude et des habiletés.

Il existe divers types de stratégies d'autoévaluation de l'élève, comme les rapports faits par les élèves, les listes de contrôle d'autoévaluation de l'écoute, les échelles d'autoappréciation des présentations orales et les échelles d'autoévaluation de groupe.

Échelles d'appréciation des présentations orales

La réussite de toute tâche est liée à la participation et à l'intérêt de l'élève. Les élèves peuvent mieux réussir en prenant conscience de leur engagement envers le sujet de la tâche. Afin de diminuer le stress associé aux présentations orales, il est particulièrement important que les élèves soient bien préparés et qu'ils aient une bonne idée de leur niveau de préparation ou de confiance. Les échelles d'appréciation des présentations orales aideront les élèves à se rendre compte de la qualité de leur travail.

Afin de diminuer le stress associé aux présentations orales, il est particulièrement important que les élèves soient bien préparés et qu'ils aient une bonne idée de leur niveau de préparation ou de confiance.

Une échelle d'appréciation pour les activités orales en classe donne à l'enseignant une mesure plus quantitative de la participation individuelle des élèves dans ces activités. Cet enregistrement de la participation se concentre sur la façon dont l'élève réagit au comportement de la classe et sur le degré auquel il arrive à en faire partie.

Échelle d'autoappréciation pour les présentations orales

Directives : Indiquez votre degré de satisfaction concernant les aspects suivants de votre sujet, préparation et présentation.

	PAS DU TOUT	UN PEU	ASSEZ	TRÈS	EXTRÊMEMENT
SUJET					
Intéressant pour moi	_____	_____	_____	_____	_____
Intéressant pour le public	_____	_____	_____	_____	_____
Approprié à la tâche	_____	_____	_____	_____	_____
PRÉPARATION – J'ai pu :					
Trouver suffisamment d'information	_____	_____	_____	_____	_____
Choisir l'information qui était appropriée à ce que je disais	_____	_____	_____	_____	_____
Organiser mes idées afin que le public puisse suivre facilement	_____	_____	_____	_____	_____
Élaborer une introduction efficace	_____	_____	_____	_____	_____
Élaborer une conclusion efficace	_____	_____	_____	_____	_____
Préparer des notes sur fiches qui m'ont été utiles	_____	_____	_____	_____	_____
M'exercer jusqu'à ce que je sois à l'aise avec ma présentation	_____	_____	_____	_____	_____
PRÉSENTATION – J'ai pu :					
Me sentir à l'aise et assuré	_____	_____	_____	_____	_____
Parler clairement	_____	_____	_____	_____	_____
Parler avec expression	_____	_____	_____	_____	_____
Parler avec aisance, en évitant les pauses et les hésitations	_____	_____	_____	_____	_____
Établir un contact avec le public	_____	_____	_____	_____	_____
Utiliser mes notes de façon efficace	_____	_____	_____	_____	_____
Suivre les plans que j'avais faits	_____	_____	_____	_____	_____

Liste de contrôle de l'autoévaluation pour l'écoute

Les listes de contrôle de l'autoévaluation pour l'écoute peuvent être soit à caractère général pour permettre aux élèves de se familiariser avec l'environnement de la classe, soit à caractère spécifique pour donner aux élèves une rétroaction sur leur réaction à l'environnement de la classe. Par exemple, les élèves qui n'écoutent pas toujours attentivement peuvent découvrir, grâce à l'expérience d'autoévaluation, qu'ils sont constamment en train de parler à des amis ou de les écouter. On donne ci-après des listes de contrôle générales et spécifiques types pour l'autoévaluation de l'écoute.

Liste de contrôle générale

Nom_____ Date_____

1.	J'écoute attentivement lorsque mon enseignant donne des directives.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
2.	Je m'assoie où je peux bien voir et bien entendre.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
3.	Je commence à penser à autre chose et je n'arrive plus à suivre.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
4.	J'essaie de ne pas tenir compte de ce qui pourrait me distraire dans la classe.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
5.	Je suis souvent trop fatigué pour faire attention.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
6.	Il fait souvent trop chaud ou trop froid dans la classe.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
7.	J'écoute bien en classe parce que je veux réussir le cours.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
8.	Je parle à mes amis au lieu d'écouter l'enseignant.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
9.	La classe est trop bruyante.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
10.	Je suis trop préoccupé par d'autres problèmes pour suivre en classe.	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT

Liste de contrôle spécifique

1.	Est-ce que je m'assoie là où je peux bien entendre l'enseignant?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
2.	Est-ce que je m'habille de façon à ce que la température de la classe ne me gêne pas?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
3.	Est-ce que je parle à mes amis ou est-ce que je les écoute au lieu de faire attention à ce que dit l'enseignant?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
4.	Est-ce que je pose des questions quand je ne comprends pas?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
5.	Est-ce que je me «débranche» et n'écoute plus si les idées me paraissent difficiles?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
6.	Est-ce que je rêve beaucoup en classe?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
7.	Est-ce que je suis trop fatigué pour faire attention?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
8.	Est-ce ça fait une différence si c'est le premier ou le dernier cours de la journée?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
9.	Est-ce qu'il y a beaucoup de bruit à l'extérieur?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT
10.	Est-ce que je dis que c'est la faute de l'enseignant au lieu de chercher à régler le problème?	TOUJOURS	D'HABITUDE	PARFOIS	RAREMENT

Tiré de : *Enhancing and Evaluating Oral Communication in Secondary Grades,* ministère de l'Éducation de Colombie-Britannique, 1988.

Échelles d'autoappréciation pour activités de groupe

La réussite d'une activité de groupe dépend du degré d'investissement et de la participation généreuse de tous les membres du groupe. Une échelle d'autoappréciation peut aider les élèves à comprendre le degré auquel ils sont engagés dans l'activité et leur donner l'occasion de s'améliorer. En utilisant une échelle d'appréciation pour une activité, on cherche à obtenir de l'information sur des points comme le rôle des élèves, l'attention qu'ils apportent à la tâche, le partage des idées et les habiletés d'écoute.

Un groupe d'élèves peut se faire une idée du degré de réussite auquel ils peuvent s'attendre dans une activité en analysant l'information obtenue à partir d'une échelle d'autoappréciation de groupe. Ce type d'évaluation se concentre sur de l'information comme la nature de la tâche, l'ordre des activités, les rapports au sein du groupe, le degré de participation et le genre de style de direction du groupe.

Voici des exemples d'échelles d'appréciation pour l'activité de groupe :

Échelle d'autoappréciation type

NOM :

ACTIVITÉ :
DATE :

		PAS DU TOUT	UN PEU	BEAUCOUP
1.	Est-ce que tu as une idée de ton rôle dans ce groupe?	☐	☐	☐
2.	À quel degré as-tu pu concentrer ton attention sur la tâche?	☐	☐	☐
3.	Dans quelle mesure as-tu fait part de tes idées?	☐	☐	☐
4.	As-tu fait des efforts pour essayer d'influencer les décisions?	☐	☐	☐
5.	As-tu réussi à influencer les décisions?	☐	☐	☐
6.	Est-ce que tu as pu écouter les autres?	☐	☐	☐
7.	À quel degré étais-tu sensible aux sentiments et aux idées des autres et à quel degré les appuyais-tu?	☐	☐	☐
8.	Dans l'ensemble, à quel degré étais-tu satisfait de ton apport à cette activité?	☐	☐	☐

Reviens sur ton classement aux différentes questions et coches-en deux dans des domaines où tu pourrais t'améliorer. Dans l'espace ci-dessous, écris des buts ou aide-mémoire qui pourraient t'aider à t'améliorer.

_____

_____

_____

Échelle d'autoappréciation du groupe

Fais un X sur une ligne dans chaque échelle pour indiquer comment serait classé le groupe relativement à la tâche qui vient de se terminer.

Tâche et ordre des activités clairement définis	____	____	____	____	Désordonné. Aucune idée de ce qu'il y a à faire
Beaucoup de confiance et d'ouverture parmi les membres	____	____	____	____	Pas de confiance. Groupe fermé
Beaucoup de sensibilité et d'appui réciproques	____	____	____	____	Pas d'attention ou de souci pour les autres
Tous les membres ont eu une participation efficace	____	____	____	____	Un ou deux seulement ont participé
Les désaccords étaient bienvenus et étudiés	____	____	____	____	Les désaccords étaient évités ou réprimés
Les décisions étaient prises par consensus	____	____	____	____	Aucune décision n'a été prise
La direction était solide, souple et partagée	____	____	____	____	Pas de direction - s'écartait du sujet

Enhancing and Evaluating Oral Communication in Secondary Grades, ministère de l'Éducation de Colombie-Britannique, 1988.

Rapport de l'élève

Le rapport de l'élève permet aux élèves de regarder en arrière et de réfléchir aux processus faisant partie de l'enquête scientifique. Il centre l'attention des élèves sur la pensée requise pour mener à bien une étude, un devoir ou un projet. Voici des questions auxquelles l'élève pourrait avoir à répondre dans ce rapport :

- Qu'as-tu fait lorsque tu as vu pour la première fois en quoi consistait la tâche?
- Est-ce que tu as utilisé des stratégies d'enquête scientifique? Lesquelles?
  Est-ce qu'elles ont marché?
- Est-ce que tu as dû changer d'approche pour terminer la tâche?
- As-tu terminé la tâche?
  Comment te sens-tu à ce propos?

- Est-ce que tu as vérifié ton travail d'une façon ou d'une autre pour t'assurer que la tâche originale était exécutée correctement?

Inventaires

Un inventaire est une liste d'éléments parmi lesquels les élèves font une sélection pour donner une autoévaluation organisée de la performance ou des attitudes.

Un inventaire est une liste d'éléments parmi lesquels les élèves font une sélection pour donner une autoévaluation organisée de la performance ou des attitudes. Les inventaires ont l'avantage de permettre aux élèves de participer au processus d'évaluation, tout en ne demandant que très peu de temps à l'enseignant pour la collecte des données d'évaluation. La précision dépend de la perspicacité des élèves à l'égard de leur performance ou de leurs attitudes. Il se peut que ces inventaires soient mal interprétés ou que les élèves ne soient pas sincères. Il est facile de supposer gratuitement leur fiabilité. On recommande par conséquent de n'utiliser les inventaires que parallèlement à d'autres méthodes d'évaluation, comme les observations de l'enseignant et les tests.

*La forme la plus courante d'inventaire est **l'inventaire des attitudes.***

La forme la plus courante d'inventaire est **l'inventaire des attitudes**. Un inventaire type d'attitudes envers les sciences, mis au point en 1978 par le ministère de l'Éducation de l'Alberta, a été inclus en Annexe I (p. 45 - 53) avec les détails de son administration et notation. Il est conçu pour être administré avant le début du cours et après qu'il soit fini. Ce genre de sondage n'a pas pour but de déterminer les attitudes individuelles, mais de regarder globalement les résultats de la classe en vue de déterminer si les attitudes ont subi des changements notables sur la durée du cours.

*Un **inventaire de performance personnelle,** qui demande à l'élève de classer sa performance dans la classe sur une base régulière, peut s'avérer utile.*

Des inventaires d'attitudes modifiés, où des élèves sont encouragés à écrire librement sur leurs sentiments envers les diverses activités à l'intérieur d'un module particulier, peuvent être créés et administrés à la fin de chaque module. Ces instruments peuvent servir initialement à mesurer les attitudes des élèves mais peuvent graduellement servir à favoriser la discussion de certains grands concepts à l'intérieur de ces modules, ce qui nécessite l'application d'habiletés spécifiques.

Un inventaire de performance personnelle, qui demande à l'élève de classer sa performance dans la classe sur une base régulière, peut s'avérer utile. Il peut servir à centrer l'attention de l'élève sur les comportements souhaités, par le biais d'un processus d'autoévaluation. L'enseignant peut, à n'importe quel moment, comparer l'autoévaluation de l'élève à son propre classement de ce dernier. On donne ci-dessous l'exemple d'un inventaire simple.

Inventaire type de performance personnelle

Directives : Si la réponse est positive, cocher l'énoncé. Si elle est négative, ne rien mettre.

_____ 1. Suis arrivé à l'heure avec le matériel requis.

_____ 2. Ai copié les notes comme on le demandait et ai rempli les feuilles dans la section appropriée du cahier.

_____ 3. Ai bien écouté les directives pour l'activité quotidienne, en demandant des éclaircissements si je ne comprenais pas.

_____ 4. Me suis engagé dans la discussion en classe en participant activement et/ou en suivant la discussion de près.

_____ 5. Me suis mis à travailler rapidement sur l'activité et ai continué jusqu'à ce qu'elle soit terminée.

_____ 6. Ai travaillé en collaboration avec le ou les autres membres du groupe et ai fait ma part pour compléter l'activité.

_____ 7. Ai complété toutes les questions données en classe.

_____ 8. Quand l'activité donnée a été terminée, une activité d'enrichissement a été choisie et j'y ai travaillé le temps qui restait.

Notation holistique et évaluation de la performance

La notation holistique est une méthode rapide et efficace d'évaluer de façon subjective les habiletés de résolution de problèmes de l'élève, sa participation ou les produits reliés à diverses activités et tâches. Divers types de notation holistique sont possibles, dont certains comportent plusieurs catégories de critères pour l'attribution des notes, alors que d'autres types sont simples et courts. Plus les critères sont spécifiques, plus l'objectivité de ce genre de notation augmente. Le type de notation holistique utilisé dépend des buts de l'évaluation.

L'évaluation **tout ou rien** peut s'avérer utile lorsqu'on évalue l'effort d'un élève comme acceptable ou non acceptable, allouant un petit nombre de points s'il est acceptable et aucun dans le cas contraire. Ce genre de notation est efficace pour vérifier rapidement si les devoirs ont été faits, les problèmes étudiés ou d'autres tâches terminées. Les élèves reçoivent des points pour l'effort, ce qui encourage la participation. La notation tout ou rien devrait être limitée à une faible proportion de l'allocation de la note totale, peut-être à moins de cinq pour cent.

*L'évaluation **tout ou rien** peut s'avérer utile lorsqu'on évalue l'effort d'un élève comme acceptable ou non acceptable.*

*La **notation holistique focalisée** est utile pour l'évaluation de l'aptitude à l'enquête scientifique ou de la participation.*

La **notation holistique focalisée** est utile pour l'évaluation de l'aptitude à l'enquête scientifique ou de la participation. On peut appliquer un modèle d'enquête scientifique au sens large à la résolution de problèmes, à

la prise de décisions ou à bien d'autres activités ou tâches que l'on peut demander à l'élève de faire.

Les produits de ces activités peuvent être des rapports de laboratoire, des exercices visant à identifier les points de vue, des questions données dans les activités quotidiennes, des présentations orales, des modèles, des paragraphes, des essais et des travaux de recherche en bibliothèque, des collages, des albums de coupures ou des productions vidéo. Tous ces éléments, ainsi que les questions avec réponse par écrit dans les tests formels, peuvent faire l'objet d'une évaluation à l'aide de la notation holistique focalisée.

Cette méthode fait intervenir l'établissement de catégories sur une échelle de notation; dans l'exemple montré en annexe, une échelle 5-4-3-2 a été choisie, avec 0 pour pas fait ou pas remis et AM pour absence motivée.

L'utilisation d'un nombre pair de catégories de notation peut être utile (sans être essentielle), car elle aide à entraver la tendance à donner des notes qui se situent dans le milieu de l'échelle.

Matrice d'évaluation : Notation holistique focalisée

Activité / Note	Habiletés de résolution de problèmes	Participation	Produit (ex. : rapport de laboratoire, identification de points de vue, album de coupures)
5	Comprend le problème (étude, controverse, devoir). Choisit les stratégies nécessaires. Résout correctement (complètement). Évalue la pertinence de la solution (conclusion, opinion, produit).	S'engage rapidement. Reste impliqué.	Terminé. Juste. Est impressionnant. Bien fait.
4	Comme ci-dessus, mais ne réussit pas à évaluer la solution (conclusion, opinion, produit).	A besoin qu'on le fasse démarrer. Reste impliqué.	Presque terminé. Juste, net. Bon travail.
3	Erreurs évidentes, mais les stratégies choisies débouchent sur une solution (conclusion, opinion, produit).	A besoin de rappels périodiques pour rester à la tâche.	À peu près terminé. Erreurs mineures. Satisfaisant.
2	Erreurs évidentes. Pas de solution (conclusion, opinion, produit) fournie.	A constamment besoin de rappels pour rester à la tâche.	Incomplet. Erreurs majeures. Malpropre.
AM	Dispensé de la tâche à cause d'une absence motivée		
0	Pas fait ou pas remis		

La notation holistique et l'évaluation de la performance sont reliées. **Afin de rester fiable, une évaluation de la performance ne devrait pas mêler notation analytique et notation holistique.**

ÉVALUATION DU PRODUIT EN SCIENCES

L'évaluation du produit en sciences consiste à déterminer la performance de l'élève après qu'il a utilisé des procédés scientifiques ou résolu des problèmes scientifiques. Les produits résultant d'activités ou de la résolution de problèmes en sciences comprennent l'exécution d'une dissection, la réalisation d'un échantillon (ou n'importe quel «résultat final» en laboratoire), un rapport de laboratoire, des devoirs terminés et remis, des projets de recherche, des modèles ou diagrammes, des essais, jeux-questionnaires, tests et examens finals. L'enseignant peut évaluer ces produits pour déterminer la performance de l'élève. Il est important qu'une variété de produits indiquant que l'élève «a fait des sciences» soient notés par l'enseignant.

1. Notation analytique

La notation analytique donne des points (notes) à chacune des diverses phases du processus d'enquête scientifique. On crée d'abord une échelle analytique pour identifier les phases du processus d'enquête scientifique que l'on désire évaluer. On distribue ensuite des notes possibles pour chaque phase. La gamme suggérée est de zéro à deux.

On pourrait appliquer ce genre de notation à une grande variété de devoirs écrits, comme des rapports de laboratoire, des paragraphes, des essais, des questions à réponse courte, des analyses d'articles de journaux, ou à l'identification de points de vue sur une question. Il permet à l'enseignant d'évaluer la performance de l'élève en rapport avec les étapes préétablies du processus de résolution de problèmes.

Les échelles analytiques sont utiles lorsque :

- il est souhaitable de donner aux élèves une rétroaction sur leur performance dans des catégories-clés associées à l'enquête scientifique;
- il serait utile d'avoir de l'information précise sur les points forts et les points faibles de l'élève;
- l'enseignant essaie d'identifier des aspects spécifiques de la résolution de problèmes qui peuvent nécessiter une instruction supplémentaire;
- l'enseignant a suffisamment de temps pour analyser avec soin chacun des travaux écrits de l'élève.

On peut appliquer les échelles analytiques à l'évaluation d'un **rapport de laboratoire** écrit, en utilisant les six phases comprises dans la résolution de problèmes, dont il a été question précédemment (p. 12-14). Dans l'exemple présenté ci-dessous, on utilise une échelle analytique de cinq points.

On peut se servir du **projet de recherche** pour recueillir et analyser l'information et/ou les données au sujet d'une question d'actualité (ex. : environnementale, technologique) qui peut éventuellement déboucher sur une prise de décisions. Le travail sur le terrain qui accompagne cette recherche fait intervenir le modèle d'enquête scientifique et/ou celui de résolution de problèmes pour fournir les données à partir de l'expérimentation.

Voici un modèle pour les étapes intervenant dans l'élaboration du projet de recherche :

- Planification
  - établir le sujet;
  - identifier les sources d'information;
  - établir des critères d'évaluation;
  - revoir le processus.
- Recueillir l'information
  - localiser les ressources;
  - rassembler les ressources;
  - revoir le processus.
- Traitement de l'information
  - choisir l'information pertinente;
  - évaluer l'information;
  - organiser et enregistrer l'information;
  - créer le produit;
  - revoir et corriger;
  - revoir le processus.
- Partage et explication de l'information
  - présenter les résultats;
  - démontrer un comportement de public approprié;
  - revoir le processus.
- Évaluation
  - évaluer le produit à l'aide des cartes analytiques présentées plus haut (p. 23 et 24);
  - évaluer les méthodes de recherche;
  - revoir le processus.

Le **devoir en bibliothèque** porte sur un aspect spécifique et localisé de la recherche scientifique; par exemple, la description de la nature et de la fonction des appareils technologiques, ou l'obtention d'information générale sur des questions d'environnement.

On donne à l'Annexe 2 (p. 53) un devoir en bibliothèque type.

Les **études de cas** de situations véritables d'enquête scientifique ou de résolution de problèmes peuvent servir à stimuler l'intérêt des élèves dans les sciences ainsi qu'à développer leurs capacités déductives. L'étude de cas est la narration d'événements débouchant sur une grande découverte scientifique. Le but de l'étude de cas est d'affiner les processus analytiques et déductifs en posant des questions sur l'historique de la découverte et son analyse, en utilisant la séquence propre à l'enquête scientifique, c'est-à-dire base de données -> hypothèse -> prédiction -> expérience -> vérification de la prédiction.

Une activité d'étude de cas type est fournie dans l'Annexe 3, aux pages 55-57.

2. Jeux-questionnaires, tests et examens

Ce sont les exemples les plus courants et les plus connus des produits montrant que l'élève a «fait des sciences». Il faut discuter à la fois de la construction et des stratégies de notation associées à ces instruments.

Les programmes d'études respectifs devraient toujours guider la construction de n'importe quel jeu-questionnaire, test ou examen. Les objectifs du programme d'études fournissent le but de l'évaluation et, par conséquent, le but des questions posées. Ainsi, il est juste de dire qu'une question qui est conforme au programme du cours est valide.

Si le niveau de difficulté d'une question est convenable et si les élèves ont reçu une instruction appropriée, on peut alors mettre la question dans la catégorie des questions fiables. Il est important de remarquer que d'autres facteurs affectent la fiabilité des questions. Si la question est à choix multiples, alors les distracteurs doivent tous être plausibles pour l'élève; doivent tous être de la même longueur, de longueurs différentes ou suivre un schéma de variation 2 longs, 2 courts; et ils ne doivent pas contenir un vocabulaire que l'élève ne connaît pas.

Les principes directeurs donnés ci-dessous sont des suggestions - et ne sont donc pas définitifs - visant à placer les questions dans des catégories selon le niveau cognitif.

Connaissance/compréhension (C/C)

- connaissance des thèmes, concepts et habiletés;
- entendement et compréhension des thèmes, concepts et habiletés.

Application (A)

- concepts et habiletés reliés aux thèmes et aux apprentissages antérieurs;
- application des thèmes, concepts et habiletés à de nouvelles situations;
- application des thèmes, concepts et habiletés au sein d'un contexte STS.

Activité mentale supérieure (AMS)

- synthèse, résolution de problèmes, pensée critique, liens, etc., à l'intérieur d'un thème, concept, habileté, ou au sein d'un contexte STS;
- questions d'ensemble faisant le lien avec les autres modules.

Les buts d'un examen, d'un test ou d'un jeu-questionnaire sont d'évaluer toutes les attentes pour l'élève d'une façon équilibrée. Afin de garantir que tout le contenu est bien couvert - ce qui assure la validité de l'examen, du test ou du jeu-questionnaire - on recommande de faire un examen «provisoire». On donne ci-après un schéma type d'examen de fin d'année en Sciences 10.

Cadre préliminaire de l'examen final de Sciences 10
Curriculum Branch, mai 1992

MODULE	DOMAINE D'APPRENTISSAGE	NIVEAU COGNITIF			RÉPONSE ÉCRITE	
	Thèmes/concepts/habiletés/ STS	C/C	A	AMS	Nombre de questions	Note
1 (20 %)	12	1 ou 2	8	1 ou 2	1	12
2 (20 %)	12	2 ou 1	8	2 ou 3	1	12
3 (20 %)	12	1 ou 2	8	3 ou 2	1	12
4 (20 %)	12	2 ou 1	8	2 ou 3	1	12
Questions d'ensemble (20 %)	12	1 ou 2	8	3 ou 2	1	12
100 %	60	8	40	12	5	60
	50 %				50 %	

Les questions des **jeux-questionnaires** devraient être des questions à réponse courte, à paragraphe court, à choix multiples, demandant d'ajouter des légendes à un diagramme ou de faire de la résolution de problèmes. Comme les jeux-questionnaires ont un rôle dans l'évaluation formative, on peut y inclure principalement des questions du type C/C, avec quelques questions du type A et AMS.

Les tests de module, les examens de mi-semestre et les examens finals pourraient être composés de questions à choix multiples et de questions à réponse élaborée.

Exemple : 30 à choix multiples (1 point chacune)
2-3 à réponse élaborée (10-12 points chacune)
Temps : 1 heure

La majorité de ces questions (65 à 70 %) devraient être des questions A, avec quelques C/C et AMS. Pour l'examen final, les questions à réponse élaborée devraient intégrer les thèmes du module/ou des modules.

Des formats de tests de module et d'examens finals ont été construits par des enseignants à travers l'Alberta. Ils sont disponibles actuellement pour Sciences 10 et le seront pour Sciences 20, Biologie 20, Chimie 20 et Physique 20. Le Learning Resources Distributing Centre aura en stock des copies imprimées, des disques formatés en ASCII et des disques de tests LXR se rapportant à ces ressources d'évaluation.

Il faudrait donner aux élèves une idée précise et bien définie des réponses exigées et de leur pondération, avant d'administrer le jeu-questionnaire, le test ou l'examen. Il faudrait aussi leur dire de façon très explicite quelle est la pondération pour chaque question.

Il faudrait donner aux élèves une idée précise et bien définie des réponses exigées et de leur pondération, avant d'administrer le jeu-questionnaire, le test ou l'examen.

Exemple : Cette question va être notée sur 4. Elle comporte 8 éléments et chaque élément vaut $^1/_2$ point.

Après que le jeu-questionnaire, le test ou l'examen ont été notés, les élèves devraient avoir accès à la clé de correction et devraient discuter du test et le revoir.

3. Dossiers de présentation scientifiques

Les dossiers de présentation scientifiques sont des collections de documents produits et choisis par les élèves pour donner plus de richesse à la mesure et à l'évaluation de leur performance dans un cours de sciences. Ces collections peuvent être utilisées pour retracer les succès des élèves sur la durée d'un cours et aussi fournir une base à des évaluations formatives, ayant lieu à divers intervalles. Les dossiers de présentation peuvent aussi servir comme une partie de l'évaluation sommative là où les élèves choisissent les documents à y inclure.

Ces collections peuvent être utilisées pour retracer les succès des élèves sur la durée d'un cours et aussi fournir une base à des évaluations formatives, ayant lieu à divers intervalles.

Bien que les enseignants d'autres matières (ex. : arts, français) gardent depuis longtemps des dossiers du travail de l'élève, les enseignants de sciences ne le font généralement pas. Les dossiers de présentation vont peut-être recevoir maintenant plus d'attention dans les cours de sciences et être plus importants aux fins de l'évaluation, vu que la mesure des résultats de l'apprentissage tient compte davantage du caractère diagnostique de l'évaluation formative.

Les enseignants devraient regarder un grand nombre de dossiers de présentation avant d'essayer d'établir une norme d'évaluation. La description détaillée des normes d'évaluation (rubriques) variera en fonction des buts d'enseignement établis pour chaque situation.

Voici des exemples de productions d'élèves, à inclure dans un dossier de présentation :

- descriptions écrites des résultats de l'enquête scientifique et descriptions de résolutions de problèmes;
- analyses développées de contextes et d'étude de problèmes allant au-delà de la tâche demandée;
- descriptions et diagrammes des processus d'enquête scientifique et de résolution de problèmes;
- modèles représentant la résolution de problèmes technologiques;
- représentations graphiques de données expérimentales;
- rapports sur l'étude des grandes idées en sciences (ex. : le lien entre l'énergie primaire et les systèmes écologiques);
- réponses à des questions avec réponse par écrit et des problèmes écrits;
- rapports et projets de recherche individuels et en groupe;
- copies de récompenses et prix décernés par l'école et la communauté;
- exemples du travail de l'élève sous forme vidéo, audio-vidéo et informatisée.

Les dossiers de présentation de l'élève peuvent fournir :

- des preuves d'un genre de performance différent, sortant des limites temporelles du test papier-crayon;
- des documents d'évaluation reflétant les aspects importants d'un bon programme de sciences;
- un dossier permanent et à long terme du cheminement de l'élève, qui reflète le caractère continu de l'apprentissage;
- une image nette et compréhensible de la performance de l'élève par opposition à une valeur numérique;
- des occasions permettant à l'élève d'améliorer l'image qu'il a de lui, à la suite de réussites plutôt que d'échecs;
- une reconnaissance des différents styles d'apprentissage, ce qui rend l'évaluation moins dépendante de la culture et moins partiale;

- un rôle actif pour les élèves dans l'évaluation et le choix de leur travail.

Un dossier de présentation peut aussi contenir de l'information importante sur les **attitudes de l'élève** envers la science, comme :

- une notice biographique portant sur les sciences, renouvelée chaque année;
- un rapport écrit par l'élève sur les objectifs qui ont été appris et/ou qui restent à apprendre;
- une description de la façon dont l'élève se sent face à la science;
- du travail choisi par l'élève;
- des extraits du journal de sciences de l'élève.

PLANIFICATION DE LA MESURE ET DE L'ÉVALUATION DE L'ÉLÈVE

La mesure et l'évaluation de l'élève exigent une planification soignée et le développement de critères appropriés. Lorsqu'on planifie la mesure et l'évaluation des élèves dans les cours de sciences au secondaire deuxième cycle, on peut avoir en tête les suggestions suivantes :

- Il faudrait créer un plan à long terme pour l'évaluation de l'élève et en faire part à l'élève lui-même, à ses parents et aux administrateurs au début du trimestre.
- On recommande de faire une évaluation générale des attitudes de l'élève envers les sciences à l'aide d'un inventaire d'attitudes administré avant et après le cours.
- On peut évaluer les attitudes après chaque module, ce qui fournit de l'information permettant d'améliorer les stratégies d'enseignement.
- On peut évaluer les processus mentaux des élèves, ainsi que leurs conclusions, réponses ou produits.
- Il est souhaitable de faire une évaluation précoce, à la fois formelle et informelle, du niveau des habiletés de l'élève et du niveau de développement des concepts en rapport avec chaque module à l'étude.

Il est souhaitable de faire une évaluation précoce, à la fois formelle et informelle, du niveau des habiletés de l'élève et du niveau de développement des concepts en rapport avec chaque module à l'étude.

On devrait apporter beaucoup de soin à la construction des instruments de mesure et d'évaluation qui servent à évaluer le niveau de développement des concepts, habiletés et attitudes, au sein du contexte des attentes pour l'élève contenues dans le programme d'études.

- L'enseignant devrait mettre au point et communiquer aux élèves un ensemble de critères clairs et concis pour les activités qui contribuent à la mesure et à l'évaluation de leur performance.

- On devrait utiliser une grande variété de stratégies de mesure et d'évaluation.

- Chaque cours devrait, idéalement, comporter une sorte d'évaluation formative et sommative.

- On peut faire une rotation pratique dans l'évaluation, de façon qu'il ne soit pas nécessaire que chaque activité, dans chaque cours, contribue à l'évaluation de l'élève.

- Il est souhaitable d'avoir des stratégies d'évaluation (ex. : des listes de contrôle) qui peuvent être appliquées avec rapidité et efficacité, alors même que les élèves participent à des activités de développement des habiletés.

- Une évaluation régulière et systématique offre à l'élève et à l'enseignant de l'information valable pour déterminer les stratégies d'apprentissage appropriées.

- Envisagez d'ajouter au module final et à l'examen du cours plus de diversité dans la gamme et le nombre d'évaluations appliquées à l'intérieur de chaque module pour les inclure dans le dossier de présentation de l'élève.

- Explorez diverses combinaisons d'examens à livre ouvert et à livre fermé.

- Envisagez de demander aux élèves de créer des questions avec les réponses et les critères d'évaluation.

1. Plan de l'évaluation du cours

Ce plan devrait indiquer clairement la méthode utilisée pour évaluer les élèves aux fins du bulletin scolaire et de la note finale. Il faudrait mettre au point et communiquer aux élèves et à leurs parents ou tuteurs un énoncé général expliquant la contribution de chaque stratégie d'évaluation à l'ensemble de l'évaluation. Cet énoncé devrait inclure une variété de stratégies d'évaluation comme le montre le plan type suivant.

Plan de l'évaluation du cours de sciences	
Dossier de présentation de l'élève	_____%
Projet de recherche	_____%
Habiletés de résolution de problèmes (Notation holistique de la performance sur place en laboratoire)	10 %
Rapports de laboratoire sélectionnés (Notation analytique du rapport de laboratoire)	10 %
Jeux-questionnaires et examens de module	_____%
Examen au poste de laboratoire	_____%
Examen final	_____%

2. Plan de la mesure et de l'évaluation du module

Le plan de module est une description plus détaillée de la répartition de la mesure et de l'évaluation pour un module particulier. Les grandes lignes du plan devraient aussi être communiquées aux élèves au début du module. Le plan devrait inclure une variété de stratégies, comme le montre le plan type suivant.

Plan de la mesure et de l'évaluation du module en sciences

<table>
<tr><td>Évaluation de l'activité quotidienne</td><td colspan="3">Module :</td></tr>
<tr><td>Développement des habiletés (évaluation)
• enquête scientifique
• résolution de problèmes
• prise de décisions</td><td>%</td><td rowspan="2">%</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>Écriture dans le journal (évaluation) %
Cartes conceptuelles</td><td></td></tr>
<tr><td>Activités et participation
Dossier de présentation (tâches sélectionnées) (évaluation)</td><td colspan="2">%</td></tr>
<tr><td>Projet de module (évaluation)
• recherche
• étude de cas</td><td colspan="2"></td><td>%</td></tr>
<tr><td>Module spécifique
• concepts (évaluation)
• habiletés (mesure)</td><td colspan="2"></td><td>%</td></tr>
<tr><td>Examen de module (évaluation)</td><td colspan="2"></td><td>%</td></tr>
</table>

On ne vise pas à ce que ces stratégies fassent toutes partie du plan de mesure et d'évaluation d'un module individuel; une sélection de diverses stratégies durant tout le cours donnerait une approche plus équilibrée, qui offrirait l'occasion de réussir aux élèves ayant des préférences et des styles d'apprentissage différents.

INVENTAIRES D'ATTITUDES

1. Directives pour l'administration des échelles d'attitudes envers les matières scolaires

Les directives pour l'élève sont données avec les échelles et ne sont pas reproduites ici. Les réponses doivent être écrites au crayon HB pour les feuilles qui seront corrigées à la machine. Il faut avoir sous la main suffisamment de crayons HB pour une grande classe, afin de faciliter l'administration de l'échelle.

Vu qu'il est toujours possible que l'élève ne dise pas la vérité, il faut adopter des moyens visant à réduire sa motivation à le faire. Parmi ces moyens, on compte : l'anonymat de l'élève (on ne demande pas à l'élève d'écrire son nom sur la feuille de réponses), le contrôle des réponses qui n'est pas assuré par l'enseignant de l'élève dans la matière en cours d'évaluation, et des explications générales données sur l'aspect collectif des résultats.

La personne chargée d'administrer l'échelle devrait, aux yeux de l'élève, être neutre en ce qui touche la matière; ex. : un directeur ou directeur adjoint qui n'enseigne pas, un enseignant d'une autre matière, un psychologue scolaire ou quelqu'un de ce genre. La surveillance devrait se limiter à s'assurer que l'évaluation est faite correctement. Le nom ou d'autres données qui pourraient identifier l'élève ne devraient pas paraître sur la feuille de réponses. Les feuilles devraient être ramassées à l'envers afin que les élèves n'aient pas l'impression que la personne qui les ramasse cherche à voir les réponses. Ces suggestions pour l'administration du test ont toutes pour but de réduire la tendance à ne pas dire la vérité.

Souvent, les élèves n'ont pas eu d'expérience avec les appréciations. La première fois que les échelles sont administrées à une classe, il faudrait lire les directives avec les élèves et les illustrer. La personne chargée d'administrer cette échelle devrait commencer à la remplir en commençant par les mots bipolaires «bien - affreux» et montrer comment se fait l'évaluation pour ces deux mots. L'administrateur devrait ensuite expliquer que le reste des paires bipolaires sont remplies selon un mode identique pour la même matière.

Selon le temps nécessaire aux élèves pour bien comprendre la tâche, il faudra de dix à vingt minutes pour la première administration de l'échelle. Avec l'expérience, les élèves peuvent en général évaluer une matière scolaire en cinq minutes.

Vu que les attitudes envers les matières scolaires peuvent être colorées par les attitudes générales (sensation de fatigue ou d'ennui), on suggère, aux fins de la comparaison, d'administrer l'échelle durant le deuxième cours de la journée scolaire.

2. Points

Chaque réponse a une valeur possible allant de 1 (représentant l'attitude la plus négative) à 5 (représentant l'attitude la plus positive). Les éléments et points pour chaque position de la réponse sont donnés ci-dessous. Vu que chacune des trois échelles - l'appréciation, l'utilité et la difficulté - contiennent cinq paires d'adjectifs, la gamme de points pour chaque échelle va de 8 à 40. Un total de 24 sur une échelle représente une note absolument neutre. Tout total supérieur à 24 indique une attitude généralement positive envers une matière, et inversement, tout total inférieur à 24 représente une attitude négative. On remarquera qu'une attitude positive sur l'échelle de l'appréciation (bien, intéressant, agréable, sympathique, brillant, vivant, animé, passionnant) était exprimée par une note positive. L'utilité (utile, important, pratique, précieux,

efficace, nécessaire, avantageux, significatif) était exprimée par une note positive. La difficulté (dur, lourd, déroutant, compliqué, avancé, étrange, mystérieux, exigeant) était associée à une note négative, c'est-à-dire que plus le total était élevé, plus l'élève trouvait la matière facile. Ce procédé est en accord avec la décision d'associer les notes élevées avec les attitudes favorables.

3. Fiabilité et validité

La fiabilité des échelles varie d'une échelle à l'autre, d'une matière à l'autre et d'un niveau scolaire à l'autre. Lorsqu'elles sont utilisées pour des groupes de classe, les fiabilités sont presque toutes nettement supérieures à 90. Le calcul de l'estimation de la fiabilité dans un échantillon indique que l'échelle de difficulté est légèrement moins fiable que les deux autres échelles.

Lors de quatre comparaisons différentes, on a trouvé que les échelles étaient valides. Les comparaisons comprenaient l'opinion de spécialistes, les préférences des élèves, les différences de sexe et les différences culturelles. Une étude du rapport avec la performance et l'intelligence a fourni des preuves supplémentaires de la validité, comme l'ont fait les analyses de facteurs.

4. Interprétation des résultats

Les points peuvent aussi être interprétés de façon absolue. Chaque échelle consiste en huit paires de mots; la gamme des points pour chaque échelle va donc de 8 à 40. Une attitude «neutre» correspond à un total de 24. Un total supérieur à 24 pour l'appréciation indique que la matière est appréciée, un total supérieur à 24 pour l'utilité indique que les élèves trouvent la matière utile, et un total supérieur à 24 pour la difficulté indique que les élèves trouvent la matière facile. Inversement, des totaux inférieurs à 24 pour chaque échelle indiquent une aversion pour la matière, qui est considérée comme inutile et difficile.

Alberta
EDUCATION

MATIÈRE

ÉCOLE

Sexe **Fém.** ☐ **Masc.** ☐

Cocher une seule case entre les mots formant une paire. Cocher une case sur toutes les lignes.

	extrêmement	un peu	ni l'un ni l'autre	un peu	extrêmement	
bien	☐	☐	☐	☐	☐	affreux
ennuyeux	☐	☐	☐	☐	☐	intéressant
désagréable	☐	☐	☐	☐	☐	agréable
antipathique	☐	☐	☐	☐	☐	sympathique
brillant	☐	☐	☐	☐	☐	terne
mort	☐	☐	☐	☐	☐	vivant
animé	☐	☐	☐	☐	☐	sans vie (inactif, paresseux)
passionnant	☐	☐	☐	☐	☐	ennuyant (rend quelqu'un fatigué)
inutile	☐	☐	☐	☐	☐	utile
important	☐	☐	☐	☐	☐	pas important
pas pratique	☐	☐	☐	☐	☐	pratique
sans valeur	☐	☐	☐	☐	☐	précieux
efficace	☐	☐	☐	☐	☐	inefficace
superflu	☐	☐	☐	☐	☐	nécessaire
nuisible	☐	☐	☐	☐	☐	avantageux (amène quelque chose de positif)
significatif	☐	☐	☐	☐	☐	dépourvu de sens
difficile	☐	☐	☐	☐	☐	facile
léger	☐	☐	☐	☐	☐	lourd (beaucoup de travail)
clair	☐	☐	☐	☐	☐	déroutant (on ne sait plus où on en est)
compliqué	☐	☐	☐	☐	☐	simple
élémentaire	☐	☐	☐	☐	☐	avancé (au-delà du niveau débutant)
étrange	☐	☐	☐	☐	☐	familier
compréhensible	☐	☐	☐	☐	☐	mystérieux (dur à comprendre)
pas exigeant	☐	☐	☐	☐	☐	exigeant (doit être parfait)

GUIDE DE NOTATION

Appréciation

bien	5	4	3	2	1	affreux
ennuyeux	1	2	3	4	5	intéressant
désagréable	1	2	3	4	5	agréable
antipathique	1	2	3	4	5	sympathique
brillant	5	4	3	2	1	terne
mort	1	2	3	4	5	vivant
animé	5	4	3	2	1	sans vie (inactif, paresseux)
passionnant	5	4	3	2	1	ennuyant (rend quelqu'un fatigué)

Utilité

inutile	1	4	3	4	5	utile
important	5	4	3	2	1	pas important
pas pratique	1	2	3	4	5	pratique
sans valeur	1	2	3	4	5	précieux
efficace	5	4	3	2	1	inefficace
superflu	1	2	3	4	5	nécessaire
nuisible	1	2	3	4	5	avantageux (amène quelque chose de positif)
significatif	5	4	3	2	1	dépourvu de sens

Difficulté

difficile	1	2	3	4	5	facile
léger	5	4	3	2	1	lourd (beaucoup de travail)
clair	5	4	3	2	1	déroutant (on ne sait plus où on en est)
compliqué	1	2	3	4	5	simple
élémentaire	5	4	3	2	1	avancé (au-delà du niveau débutant)
étrange	1	2	3	4	5	familier
compréhensible	5	4	3	2	1	mystérieux (dur à comprendre)
pas exigeant	5	4	3	2	1	exigeant (doit être parfait)

RÉSUMÉ DU SONDAGE SUR LES ATTITUDES E SCIENCES

École : _____

Enseignant : _____

Élève	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Moyennes
Appréciation																					
Utilité																					
Difficulté																					

Élève	21	22	23	24	25																Moyennes
Appréciation																					
Utilité																					
Difficulté																					

Moyenne des résultats de la classe

Appréciation	=
Utilité	=
Difficulté	=

DEVOIR EN BIBLIOTHÈQUE

Les appareils technologiques et les sciences

Décrivez brièvement le fonctionnement de deux des appareils modernes énumérés ci-dessous. Précisez quel principe scientifique on a dû comprendre pour mettre au point chaque appareil. Discutez des avantages et des inconvénients de l'utilisation de cette technologie.

Liste : Téléphone, éclairage, microscope, technologie des ultrasons, rayons X, lasers, ou bien une technologie de votre choix.

La note pour cet exercice sera basée sur la justesse et la clarté de l'information contenue dans le rapport et sur la compréhension des sciences et de la technologie impliquées.

La pondération des notes pour ce devoir est la suivante : 10 points sont accordés à la composante ***Sciences et technologie*** du devoir et un autre 5 points pour la composante ***Habiletés de communication***, pour un total de 15 points pour le devoir. Les notes sont données selon les échelles suivantes :

Sciences et technologie

Le travail montre une compréhension de la technologie et de la science associée à cette technologie.

5 Technologie et sciences sont justes, le lien entre les deux est rendu explicite, et le besoin pour cette technologie est compris.

4 La technologie ou la science (mais pas les deux) est mal représentée ou mal comprise.

3 Ni la technologie ni la science ne sont clairement présentées.

2 La science présentée n'est pas reliée à la technologie; ou la science et la technologie présentées ne sont pas reliées l'une à l'autre.

1 Mauvaise compréhension évidente de la science et de la technologie présentées.

Habiletés de communication (orales et écrites)

Le travail est tel qu'il donne l'impression du contrôle de la diction, syntaxe, épellation et grammaire.

5 L'écriture est aisée et bien structurée, ce qui aide à la clarté du sens. La diction est appropriée, la syntaxe contrôlée et pratiquement sans erreurs.

4 L'écriture est claire et généralement aisée. La diction est appropriée et la syntaxe contrôlée. Des erreurs mineures ne réduisent pas la clarté de la communication.

3 L'écriture est claire. La diction est adéquate, la syntaxe généralement simple mais maladroite, et les erreurs réduisent, mais entravent rarement, la communication.

2 L'écriture manque de clarté ou est inefficace. Le sens doit être fourni par le lecteur. La diction est mauvaise, la syntaxe maladroite et les erreurs entravent la communication.

1 L'écriture est souvent malaisée. La diction incorrecte, la syntaxe mal contrôlée, et les erreurs entravent sérieusement la communication.

ÉTUDE DE CAS

Les catastrophes aériennes et les oiseaux

Lisez le passage suivant une première fois par intérêt, puis revoyez les questions posées à la fin, dans la section Questions et analyse. Répondez à ces questions en revenant sur le texte. Servez-vous des connaissances acquises durant votre étude pour faire le devoir suivant.

Pensez à une façon de décourager les oiseaux de se rassembler à un aéroport. Recueillez les données de base, formulez une hypothèse, énoncez une prédiction et concevez une expérience pour vérifier la prédiction. Indiquez ce que vous considéreriez comme une conclusion qui appuierait la prédiction et confirmerait l'hypothèse.

Le gros avion avait presque terminé son vol. Les passagers venaient de finir leurs repas et les agents de bord avaient ramassé les plateaux. Une dernière annonce avait demandé aux passagers de s'assurer que leur ceinture était bouclée et que le dossier de leur fauteuil était en position verticale. Tout semblait normal pour l'atterrissage.

Soudain, rien ne fut plus normal. L'avion de ligne rentra dans une volée d'étourneaux. Les oiseaux furent aspirés dans les moteurs dont la puissance chuta. L'avion plongea à pic et soixante-deux personnes perdirent la vie. Cet événement eut lieu en octobre 1960, à l'aéroport international Logan de Boston. L'avion était un modèle Lockheed Electra.

Les oiseaux représentent un danger pour les avions, surtout au décollage et à l'atterrissage. Ils ne sont pas effrayés par le vacarme assourdissant du décollage. Bien au contraire, les aéroports semblent souvent être des endroits où les oiseaux aiment beaucoup venir pour se nourrir et se poser. Les pistes d'atterrissage peuvent représenter un attrait particulier lorsqu'il pleut, car les vers sortant de la terre rampent jusqu'aux pistes, et constituent alors un véritable festin pour les oiseaux. Ce problème est commun à un grand nombre d'aéroports dans le monde entier et il est nécessaire d'envoyer des équipes balayer les pistes avant que les vers n'attirent de grandes volées d'oiseaux.

Il semble souvent que ce soit les pistes d'atterrissage mêmes qui attirent certaines espèces d'oiseaux, comme les mouettes. Un groupe de biologistes a pensé que c'était la chaleur de la piste d'atterrissage noire qui attirait les mouettes. Près du terrain d'aviation, ils ont placé des matelas chauffés à l'électricité. Ces matelas, espéraient-ils, éloigneraient les oiseaux des pistes d'atterrissage. Le résultat a été un échec complet. Les mouettes sont restées sur les pistes, en ne tenant absolument pas compte des matelas qui avaient été installés spécialement à leur intention.

On a eu une autre idée, celle de placer des oiseaux morts, dans des positions visiblement inconfortables, près des endroits où se rassemblent généralement les volées de la même espèce. Des biologistes hollandais ont essayé cette méthode à l'aéroport Schiphol d'Amsterdam, où il y a beaucoup de trafic. Là encore, c'étaient les mouettes qui causaient le plus de problèmes et les leurres étaient aussi des mouettes. On espérait que les leurres empaillés signaleraient un danger pour les oiseaux vivants et que ceux-ci choisiraient alors de s'en aller ailleurs.

Lorsque les oiseaux empaillés ont été mis autour de l'aéroport, les mouettes les ont vus et sont parties ailleurs. Malheureusement, ces oiseaux empaillés sont vite devenus détrempés par la pluie et il a fallu les remplacer. Le pis, c'est que les mouettes semblaient s'habituer à eux et, au bout de quelques semaines, elles sont revenues s'installer à l'aéroport. Même durant la conduite de l'expérience, cette méthode a commencé à ne plus avoir le même effet sur les oiseaux.

Le déplacement des oiseaux empaillés d'un endroit à l'autre à l'aéroport a été efficace mais seulement pendant un certain temps. Ainsi, le fait de déplacer et de remplacer continuellement les oiseaux empaillés s'est avéré cher et pas particulièrement efficace.

Une tentative similaire à l'aéroport de Wellington, en Nouvelle-Zélande, a eu plus de succès. Certaines personnes auraient pu penser que ce qui s'était passé aux Pays-Bas rendrait l'expérience inutile, mais les biologistes néo-zélandais pensaient autrement. Ils étaient aux prises avec un autre genre de mouette, la mouette à tête noire. Le problème en était un sérieux, car ces oiseaux venaient en foule se poser à l'aéroport au même moment. Cela avait été leur habitude à cet endroit précis, en bordure de l'océan, même avant la construction de l'aéroport.

L'expérience s'est avérée un succès. Les oiseaux sont partis et, aussi longtemps que les oiseaux empaillés sont restés en bon état, les mouettes ne sont pas revenues. Les biologistes ont alors pensé que des imitations de mouettes mortes feraient aussi bien l'affaire. Ils ont fait faire des oiseaux en plastique et ils les ont installés à l'aéroport. On s'est aperçu que les modèles en plastique étaient aussi bons que les oiseaux morts pour éloigner les mouettes. Deux sites traditionnels de repos pour la mouette à tête noire ont ainsi été éliminés.

La situation était maintenant devenue bien mystérieuse. En effet, la même méthode avait été employée avec succès à Wellington mais pas à Amsterdam. Les biologistes n'étaient pas satisfaits de ce résultat et ils pensaient qu'il devait y avoir une raison. Une possibilité était qu'il y avait, près de l'aéroport de Wellington, d'autres sites où les mouettes pourraient aller se poser. En fait, lorsqu'on a essayé le même procédé à l'aéroport de Whangarei, tout au nord de la Nouvelle-Zélande, les résultats ont été bien moins impressionnants. À Whangarei, l'aéroport est très près de l'océan, et les meilleurs sites de nidification autre que l'aéroport lui-même sont submergés à marée haute.

Un nombre impressionnant d'expériences telles que celles-ci ont été tentées et toutes sortes de moyens ingénieux ont été employés dans le but de décourager les oiseaux de venir sur les terrains d'aviation. Tir de cartouches à projectile détonant (des cartouches contenant des pétards), enregistrements d'oiseaux en détresse, vol de faucons ou d'éperviers dressés au-dessus des oiseaux indésirables, et même vol d'avions miniatures construits pour ressembler à des oiseaux de proie : on a essayé toutes ces techniques. Aucune ne marche avec toutes les espèces d'oiseaux, et les oiseaux ont la mauvaise habitude de se familiariser avec tout ce qu'on utilise pour les éloigner en les effrayant. Ces méthodes peuvent aussi s'avérer très coûteuses.

Parmi les autres moyens d'envergure visant à décourager les oiseaux, il y a le remplissage de fossés où les oiseaux aiment venir se baigner et boire, la fermeture des dépotoirs avoisinants où ils trouvent de la nourriture, et la vérification de la longueur de l'herbe sur le terrain d'aviation. Mais même la meilleure longueur d'herbe semble dépendre de l'espèce d'oiseaux et du site de l'aéroport. À l'aéroport de Dorval, par exemple, les oiseaux évitent l'herbe qui mesure plus de quinze centimètres, alors qu'à l'aéroport international de Toronto, les oiseaux préfèrent l'herbe plus haute.

Il ne semble pas y avoir de réponse facile. Les biologistes et les directeurs d'aéroports n'aimeraient rien de mieux que de trouver une façon simple qui éloignerait les oiseaux en les effrayant une fois pour toutes. Malheureusement, il n'existe rien de ce genre. Si une espèce particulière d'oiseaux cause des problèmes à un certain aéroport, il faut étudier les habitudes de cet oiseau en même temps que tout ce qui l'affecte : climat, caractéristiques voisines qui attirent les oiseaux, disponibilité de nourriture, prédateurs, et une foule d'autres facteurs.

Et pourtant, la recherche se poursuit. Chaque année, on voit diminuer le montant des dommages causés aux avions par les oiseaux. Même s'il n'existe pas de réponse simple, les gens qui travaillent dans le domaine sont optimistes : en apprenant à mieux connaître les oiseaux, ils trouveront la façon de réduire au minimum les problèmes posés par ces derniers aux humains qui partagent maintenant l'air avec eux.

Traduit et adapté de *Science: Process and Discovery*, par Dennis Field, Addison-Wesley Publishers, 1985.

Questions

1. Pourquoi les oiseaux sont-ils attirés par les aéroports?

2. Quelle méthode avait été utilisée pour faire peur aux mouettes de l'aéroport Schiphol aux Pays-Bas?

3. Pouvez-vous donner deux raisons pour lesquelles cette méthode n'a pas été particulièrement utile après quelque temps?

4. Pourquoi le problème était-il particulièrement sérieux à l'aéroport de Wellington en Nouvelle-Zélande?

5. Quelles différences y avait-il entre la méthode utilisée à Wellington pour faire face au problème, et la méthode utilisée à Schiphol?

6. Nommez quatre autres méthodes utilisées pour éloigner les oiseaux des aéroports en les effrayant.

7. Pouvez-vous indiquer trois problèmes d'ordre général associés aux quatre méthodes décrites dans la réponse à la question 6?

8. Nommez trois méthodes utilisées pour décourager les oiseaux de rester près des aéroports, et dans lesquelles on n'éloigne pas les oiseaux en les effrayant.

Analyse

Les questions 1 à 5 se rapportent à l'idée d'installer des matelas chauffés à l'électricité pour attirer les oiseaux loin des pistes d'aéroport.

1. Quelle expérience les biologistes ont-ils tentée?

2. Ils avaient prédit les résultats de l'expérience. Quelle était leur prédiction?

3. Sur quelle hypothèse se fondait cette prédiction?

4. Sur quelle information se sont-ils basés pour formuler cette hypothèse?

5. À la lumière des résultats de l'expérience, comment les biologistes en sont-ils venus à modifier leur hypothèse?

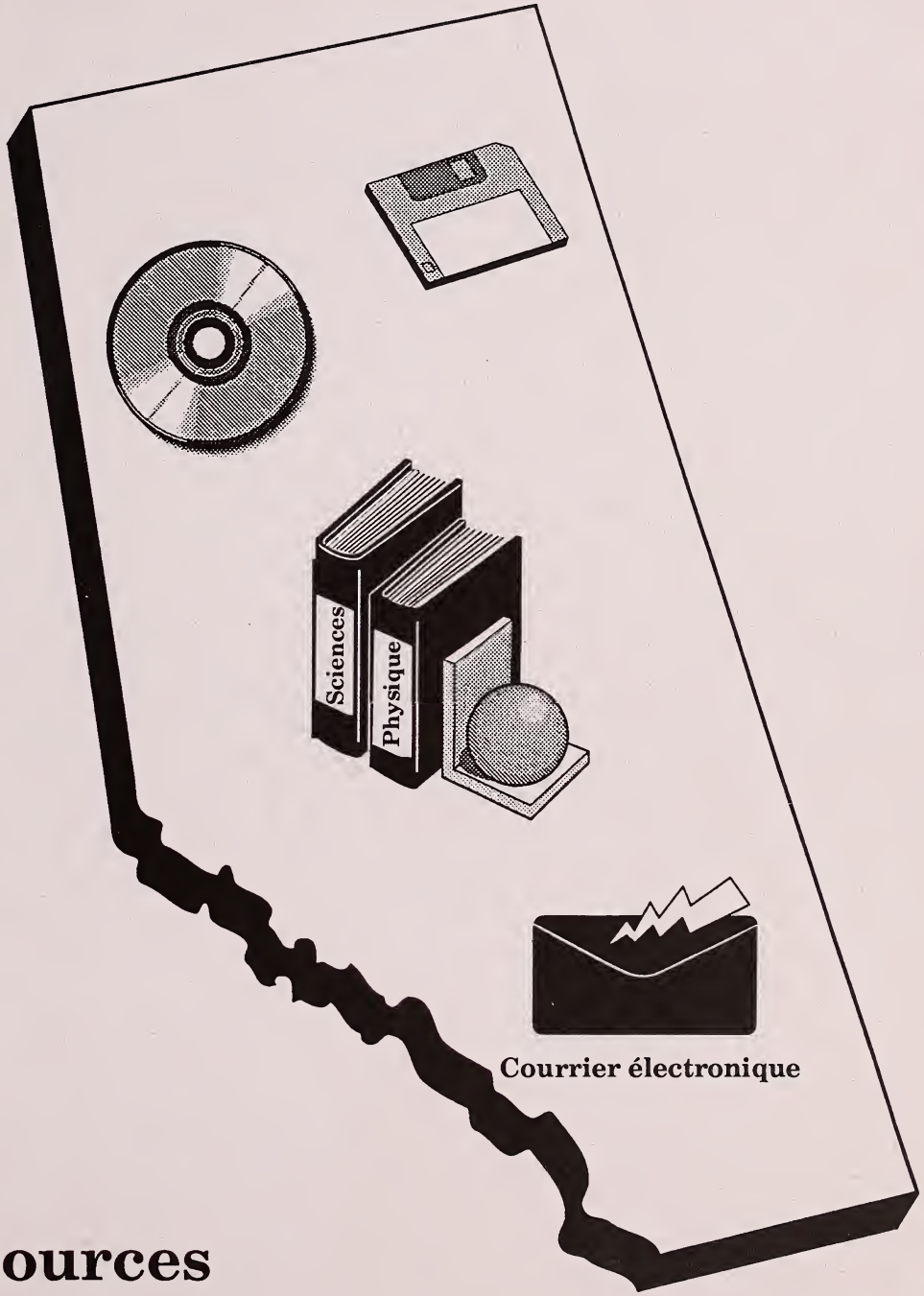
6. À l'aéroport Schiphol, près d'Amsterdam, les biologistes ont placé les mouettes mortes dans des positions inconfortables. Ils espéraient ainsi obtenir certains résultats. Quelle était leur prédiction pour cette expérience?

7. Quelle était l'hypothèse sur laquelle les biologistes des Pays-Bas fondaient leur prédiction?

8. Qu'est-ce qui s'est vraiment produit au cours de l'expérience?

9. À l'aéroport de Wellington, en Nouvelle-Zélande, le même genre d'expérience a eu plus de succès. Quel résultat différent a-t-on obtenu? D'où pourrait provenir cette différence?

10. Quelle hypothèse pourrait être avancée afin d'expliquer les résultats des expériences à Schiphol, à Wellington et à Whangarei?



Ressources

VISION I

SCIENCES 10

Ressources supplémentaires

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
MODULE UN : ÉNERGIE SOLAIRE	S.6-3
Chapitre 1	S.6-4
Chapitre 2	S.6-6
Chapitre 3	S.6-8
MODULE DEUX : MATIÈRE ET ÉNERGIE DANS LES SYSTÈMES VIVANTS	S.6-9
Chapitre 4	S.6-10
Chapitre 5	S.6-10
Chapitre 6	S.6-10
MODULE TROIS : MATIÈRE ET ÉNERGIE DANS LES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES	S.6-13
Chapitre 7	S.6-14
Chapitre 8	S.6-14
Chapitre 9	S.6-16
MODULE QUATRE : ÉNERGIE, CONVERSION ET TECHNOLOGIE	S.6-19
Chapitre 10	S.6-20
Chapitre 11	S.6-20
Chapitre 12	S.6-20
RESSOURCES ADDITIONNELLES	S.6-23
ANNEXES	S.6-25
Annexe A - Ressources anglaises	S.6-26
Annexe B - Maisons de distribution	S.6-32
Annexe C - Périodiques de sciences	S.6-37
Annexe D - Organismes	S.6-42

Module un

Énergie solaire

Chapitre 1 : La vie sur la terre

ANTOMARCHI, Florence. «Dix défis pour demain». *Croissance : le monde en développement*, nº 335, fév. 1991, p. 16 - 23. (Sur la dégradation de l'environnement.)

BECKLAKE, John. *La crise du climat : effet de serre.* (Adaptation française de François Carlier.) Montréal : Éditions Saint-Loup, 1990, 32 p.

CANDIDO, Jack L., et al. *Les maillons de la science 10.* Montréal : Les Éditions de la Chenelière, 1991, 792 p. (Méthode scientifique, observations, faits, lois scientifiques, théories et modèles scientifiques.)

CYR, Marcel. *Écologie. Principes de base.* Montréal : Éditions du Renouveau Pédagogique, 1982, 308 p.

ENVIRONNEMENT CANADA. *Le saviez-vous? Nous vivons dans une serre.* Ottawa : Environnement Canada, 1991, 4 p.

ENVIRONNEMENT CANADA. *Rapport sur l'état de l'environnement du Canada.* Ottawa : Environnement Canada, 1986, 277 p.

GIONO, Jean. *L'homme qui plantait des arbres.* Paris : Gallimard, 1983, 53 p. avec cassette sonore. (Coll. Un livre à écouter.)

GRAVEL, Pauline. «ENJEU : L'effet de serre». *Franc-vert*, vol. 8, nº 2, mars - avril 1991, p. 40-41.

HARE, Tony. *L'effet de serre.* (Adaptation française de Louis Morzac.) Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1991, 32 p. (Coll. Sauvons notre planète.)

HARE, Tony. *La destruction de l'habitat.* (Adaptation française de Louis Morzac.) Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1991, 32 p. (Coll. Sauvons notre planète.)

JOHNSON, Pierre Marc. «Les avertissements de la nature». *Châtelaine*, 32, nº 2, fév. 1991, p. 90.

JONAS, Hans, et al. «Écologie, bioéthique, démographie : quelles responsabilités?» *Esprit*, nº 5, mai 1991, p. 13-28

LAFORÊT, Martine, LEJEUNE, Jean. *La terre où nous vivons.* Aartselaar, Belgique : Chantecler, 1989, 46 p.

Le Grand Atlas de géographie, Paris : Encyclopaedia Universales, 1986, 474 p.

MCINTOSH, Phyllis. «Alliance mondiale pour la nature». *Biosphère*, vol. 6, nº 6, nov. - déc. 1990, p. 12-15.

MIDDLETON, Michel. *Atlas illustré : Un monde à protéger.* Paris : Hachette, 1989.

MYERS, Norman. «Savez-vous planter des arbres? Alors plus de temps à perdre.» *Biosphère,* vol. 7, nº 5, sept. - oct. 1991, p. 12-15.

PAQUET, Martin. «La maison verte». *Les débrouillards*, nº 114, mai 1992, p. 4-9.

PHILLIPS, Kathryn. «Risques et périls». *Biosphère*, vol. 6, nº 6, nov. - déc. 1990, p. 4-11.

QUÉBEC-SCIENCE. *"Spécial Environnement"*, mai 1990.

SERRYN, Pierre. *Grand Atlas Bordas : géographique, astronomique, historique, politique, économique, stratégique.* (Sous la direction de Pierre Serryn, avec la collaboration de René Blasselle.) Paris : Bordas, 1991.

SUZUKI, David. *L'environnement.* Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1992, 96 p.

THIBAULT, Paul. *Écologie.* Montréal : Éditions Hurtubise - HMH, 1982, 186 p.

VAILLANCOURT, Yves. «Qu'est-ce que l'éthique écologique?» *Vice versa*, nº 30, sept. - oct. 1990, p. 26-27.

VIDÉOS ET FILMS

La biosphère

Format — Film 16 mm et vidéo, 56 minutes, 1979

Annotation — Sur notre planète, la zone qui permet à la vie de s'épanouir est relativement restreinte. On la nomme : la biosphère. Ce document nous convie à un portrait de toutes ses manifestations et sous toutes ses formes.

Distribution — Office National du Film
Service vidéo et film de l'ONF
Place du Canada
9700, avenue Jasper, bureau 120
Edmonton (Alberta) T5J 4C3 Tél. : (403) 495-3010

La forêt tropicale du Costa Rica

Format — Vidéo, 25 minutes, 1991

Annotation — Cette vidéo se penche sur les progrès vers la recherche d'un équilibre harmonieux entre le besoin de bois pour assurer le maintien d'une saine économie et la protection de l'environnement. Elle laisse planer l'espoir d'une génération future plus préoccupée par l'environnement, ainsi que par la survie de la forêt tropicale humide.

Distribution — ONF

Chapitre 2 : L'eau - une clé de la vie sur la terre

BAINES, John. *Sauver la mer.* Éditions Rageot, 1991, 48 p.

BEQUETTE, France. «Va-t-on laisser la terre mourir de soif?» *Ça m'intéresse,* nº 126, août 1991, p.16-22.

BRIGHT, Michael, HENNO, Jeanie. *La mer qui meurt.* Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1989, 32 p. (Coll. Survie.)

BROOKS, David D. *La gestion de la demande de l'eau.* Ottawa : Conseil des sciences du Canada, 1988.

CASTONGUAY-DEMERS, et al. *Sciences, Cycle Intermédiaire. L'eau.* (Document de soutien.) (Cahier de l'élève et corrigé.) Ottawa : Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques, 1979, 65 p.

COCHRANE, Jennifer. *L'eau, écologie.* Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1989, 47 p. (Coll. Découvrir L'écologie.)

CONSEIL DES SCIENCES DU CANADA. *De l'eau pour demain : pour une utilisation durable de l'eau au 21e siècle.* Ottawa : Conseil des sciences du Canada, 1988, 40 p.

ENVIRONNEMENT CANADA. *De la montagne à la mer.* Ottawa : Environnement Canada, 37 p.

ENVIRONNEMENT CANADA. *Notions élémentaires sur l'eau.* Ottawa : Ministre des Approvisionnements et Services, 1991, 76 p.

ENVIRONNEMENT CANADA. *Une rivière assiégée.* Ottawa : Environnement Canada, 1990, 6 p.

HARE, Tony. *La pollution des mers.* (Adaptation française de Louis Morzac.) Saint-Lambert, Québec : Héritage, 32 p. (Coll. Sauvons notre planète.)

HIEDA, Kazutoshi, OTSUKE, Takao. *Les quatres saisons du saumon du Pacifique.* Paris : L'École des loisirs, 1988, 37 p.

KENT, R.A. *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada.* Ottawa : Direction générale des eaux intérieures, direction de la qualité des eaux, 1991, 14 p.

MCMILLAN, S. *Je préserve la nature (Série), La vie des rivières, lacs et marais.* Paris : Larousse, 1992, 64 p.

MILON, Véronique, LEMONNIER, Dominique. *L'eau dans tous ses états.* Paris : Rouge et or, 123 p. (Coll. Super Koala.)

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC. *En horticulture une approche «douce».* Québec : Ministère de l'Environnement du Québec, 1989.

REVUE CANADIENNE DES RESSOURCES EN EAU de l'Association canadienne des ressources en eau.

«Une planète débrouillarde à boire.» *Je me petit-débrouille,* nº 107, oct. 1991, p. 24-29.

VIDÉOS ET FILMS

De la rivière à l'océan

Format — Film 16 mm et vidéo, 46 minutes, 1990

Annotation — Une histoire complexe de vie et de mort qui plaide éloquemment en faveur de la gestion et de la préservation de nos réseaux hydrographiques. Les merveilleuses images sous-marines de ce film forment un tableau composite d'un certain nombre de rivières de la côte est, s'attachant particulièrement à l'odyssée périlleuse du saumon de l'Atlantique vers ses lieux de frai traditionnels pour nous faire découvrir la vie qui y fourmille.

Distribution — Office National du Film

La pollution de l'eau

Format — Vidéo, 54 minutes, 1986

Annotation — Voici trois films de sensibilisation à la question de l'écologie : «Heureux comme un poisson dans l'eau...», «Une rivière en danger » et «Une question d'attitudes».

Distribution — Office National du Film

Chapitre 3 : Systèmes météorologiques

BUD, Kenneth, *Les changements climatiques, la sécurité mondiale, et la notion de gouvernement.* Ottawa : Institut canadien pour la paix et la sécurité, 1990, 65 p.

FILION, Claude. *Prévoir la météo : clé de prévisions météorologiques.* Montréal : Éditions du Renouveau Pédagogique, 1988.

GULLET, D.W. *L'état du climat : les variantes de la température au Canada 1895-1991.* Ottawa : Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, 1992, 36 p.

KANDEL, Roberts. *Le devenir des climats.* Paris : Hachette, 1990, 125 p.

LORIUS, Claude, et al. «Antarctique : laboratoire de la planète.» *Sciences et avenir,* nº 530, avril 1991, p. 49-65.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES. *Le changement climatique :* concevoir un système de permis négociable. Paris : Organisation de coopération et de développement économiques, 1992, 300 p.

PIRAZZOLI, Paolo Antonio. «Les changements de l'environnement à l'échelle du globe et les géographes.» *Annales de géographie,* nº 553, mai - juin 1990, p. 257-272.

REBEYOL, Yvonne. «Un désert à l'âge vert.» *Le monde. Sélection hebdomadaire,* nº 2195, 22 nov., 1990, p. 12.

MODULE DEUX

MATIÈRE ET ÉNERGIE DANS LES SYSTÈMES VIVANTS

Chapitre 4 : Dynamique des cellules vivantes

ALBERTS, Bruce, et al. *Biologie moléculaire de la cellule.* Traduction de «Molecular Biology of the Cell». 2e édition, Paris : Flammarion, Médecine Sciences, 1990, 50 p.

BIGGS, Alton, et al. *Biologie : les enjeux de la vie.* Montréal : Les Éditions de la Chenelière, 1993.

GEORGE, Brigitte. *Le livre du corps.* Paris : Gallimard, 1987, 75 p. (Coll. Découverte cadet.)

PARKER, Steve, et al. *Nous, les mammifères.* Paris : Gallimard, 1988, 64 p. (Coll. Les Yeux de la découverte.)

Chapitre 5 : Les cellules et leur environnement

ALBERTS, Bruce, et al. *Biologie moléculaire de la cellule.* Traduction de «Molecular Biology of the Cell». 2e édition, Paris : Flammarion, Médecine Sciences, 1990, 50 p.

ASSOCIATION CANADIENNE DU REIN
212 - 1335, ave Carling
Ottawa, Ontario
(613) 724-9953

BURNIE, David, et al. *Le mystère des plantes.* Paris : Gallimard, 1989, 64 p. (Coll. Les Yeux de la découverte.)

BURNIE, David, et al. *Les secrets de l'arbre.* Paris : Gallimard, 1988, 63 p. (Coll. Les Yeux de la découverte.)

SUZUKI, David. *Les plantes.* Saint-Lambert, Québec : Éditions Héritage, 1991, 96 p.

WILDERMUTH, Furer et Weber, *Nature : pile et face.* Montréal : Éditions de la Chenelière, 1991, 224 p. (Aussi avec CD-ROM (DOC) pour Macintosh.)

Chapitre 6 : Matière et énergie dans les organismes multicellulaires

BEAUCHAMPS RICHARDS, Huguette, RICHARDS, Robert. *Jardinez avec le professeur Scientifix.* Québec Science, Presses de l'Université du Québec, 149 p. (Coll. des petits débrouillards.)

LAURIAULT, Jean, Musée national des sciences naturelles. *Guide d'identification des arbres du Canada.* Ottawa : Musée national des sciences naturelles, 1987, 551 p.

MITCHELL, Andrew. *Le jeune naturaliste.* Paris : Éditions du Pélican, 1983, 32 p.

PARKER, Steve, et al. *Nous les mammifères.* Paris : Gallimard, 1989, 64 p. (Coll. Les Yeux de la découverte.)

PARKER, Steve, et al. *De l'os au squelette.* Paris : Gallimard, 1988, 64 p. (Coll. Les Yeux de la découverte.)

PETERSON, Roger Tory. *Fleurs sauvages du nord-est et du centre-nord de l'Amérique du Nord.* La prairie : Broquet, 1990, 126 p.

SUZUKI, David, HEHNER, Barbara. *Les insectes.* Saint-Lambert, Québec : Études Vivantes, 1986, 96 p.

VIDÉOS ET FILMS

Au-dessus de la ligne des arbres

Format — Film 16 mm, 19 minutes, 1990

Annotation — L'hiver dure neuf mois dans les régions alpines du Canada. Mais quand arrive le printemps, tard en juin, les différentes zones -- la prairie, la ligne des arbres, la toundra -- fourmillent de vie.

Distribution — Office National du Film

Aux confins de la baie et de la mer

Format — Film 16 mm et vidéo, 30 minutes, 1984

Annotation — À cause de ses fortes marées provoquant, au contact des hauts fonds, un courant ascensionnel qui ramène constamment la nourriture en surface, la baie de Fundy est reconnue comme étant un véritable «garde-manger de la mer». Elle abrite une faune marine et aquatique très diversifiée et il est possible d'y retracer une à une, les étapes de la chaîne alimentaire.

Distribution — Office National du Film

La forêt canadienne

Format — Vidéo, 52 minutes, 1986

Annotation — Quel privilège d'habiter un si grand pays. Les trois films suivants concourent à nous en faire saisir toute l'étendue et la richesse. Ce sont «La toundra canadienne», «Les Régions forestières du Canada» et «L'Extrême-Nord canadien : la faune et la flore».

Distribution — Office National du Film

MODULE TROIS

MATIÈRE ET ÉNERGIE DANS LES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

Chapitre 7 : Étude de la matière

Arbre périodique (trousse), 1990 : *Tableau périodique en trois dimensions.* Verdun, Québec : Donfour Scientifique, 2 étuis, 2 guides du maître, une trousse qui porte sur l'atome et la recherche atomique.

ARDLEY, Neil. *Le monde de l'atome.* Bruxelles : Éditions Artis Historia, 1989, 36 p.

DUNLOP, Stewart, JACKSON, Michael. *L'environnement : comprendre pour agir.* Montréal : Les Éditions de la Chenelière, 1993, 234 p.

EARTHWORKS GROUP. *50 façons de sauver votre planète.* Eastman, Québec : Berger, 1991, 112 p.

ENVIRONNEMENT CANADA. *Ce que nous pouvons faire pour l'environnement.* Ottawa : Environnement Canada, 1990, 49 p.

GOLDSMITH, Edward. «5000 jours pour sauver la planète.» *Ça m'intéresse,* nº 121, mars 1991, p. 4-9.

LAMB, Marjorie. *Sauvons notre planète.* Montréal : Éditions de l'Homme. 1991.

MIDDLETON, Nick. *Un monde à protéger.* Paris : Hachette, 1989, 62 p. (Coll. Atlas illustré.)

PORRIT, Jonathon. *Sauvons la terre.* Vérone : Éditions Casterman, 1991, 208 p.

REID, Micheline. *50 trucs faciles pour sauver la planète.* Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1991, 159 p.

Chapitre 8 : Composition des produits chimiques

BAINES, John. *Les pluies acides.* Paris : Éditions Rageot, 1990, 48 p.

CANADA CONSERVATION ET PROTECTION. *Pesticides : recherche et surveillance : rapport annuel.* Ottawa : Ministère des Approvisionnements et Services Canada, distribution par la Section des publications, Conservation et protection, Environnement Canada, 1988.

ETHIER, Chantal. «Savez-vous ce que vous mangez?» (pesticides) *Châtelaine,* vol. 32, nº 9, sept. 1991, p. 120.

GAULIN, Francine. *Démystification de la chimie, matériel didactique : «Opération boules à mythes».* Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, Direction générale de l'enseignement collégial, Service du développement des programmes, septembre 1990.

HARE, Tony. *Les pluies acides.* (Adaptation française de Louis Morzac.) Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1991, 32 p. (Coll. Sauvons notre planète.)

LARBI BOUGUERRA, Mohamed. «Les biopesticides au secours des cultures.» *La Recherche*, nº 225, oct. 1990, p. 1286-1287.

LAVOIE, Daniel. «Nos aliments sont-ils toxiques?» *Diététique en action*, vol. 4, nº 5, hiver 1990, p. 24-28.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC. *Épuration des eaux des régions touristiques et rurales.* Québec : Direction de l'aménagement des lacs et des cours d'eau, Environnement Québec, 1983 (révisé 1985).

PIM, Linda. *Nos aliments empoisonnés?* Montréal : Québec/Amérique, 1986, 335 p.

POLLUTION PROBE. *Le Guide vert des consommateurs.* Montréal : Éditions Libre à expression, 1991, 284 p.

SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT. *Émissions de véhicules légers et la question des oxydants au Canada.* Division de la mesure de la pollution. Ottawa : Environnement Canada, 1984.

SMOOT, Robert C., SMITH, Richard G., PRICE, Jack. *La chimie : une approche moderne.* Montréal : Éditions de la Chenelière, 1991, 584 p.

STROBEL, Gary. «Les herbicides biologiques.» *Pour la science,* nº 167, sept. 1991, p. 62-69.

TAILLEFER, J. *Chimie en laboratoire.* Ottawa : Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques. (6 unités avec cahier de l'élève, pour 11e année de l'Ontario), 1991.

TATE, D.M., LACELLE, Paul. *Utilisation municipale de l'eau au Canada.* Ottawa : Direction générale des eaux intérieures et des terres, direction de la planification et de la gestion/eaux, 1983.

TATE, Donald M. *Utilisation de l'eau dans les industries canadiennes.* Ottawa : Direction générale des sciences et de l'évaluation des écosystèmes, 1986.

VIDÉOS

Pluies acides : un défi nord-américain

Format	Vidéo, 16 minutes, 1988
Annotation	Ce court métrage résume sommairement les connaissances actuelles touchant cette menace à l'environnement.
Distribution	Office National du Film

Chapitre 9 : Transformation chimique

«Atmosphère, atmosphère.» *Science & vie. Hors série,* nº 174, mars 1991, p. 1-160. (Dossier sur l'atmosphère : fonctionnement, simulation, réchauffement, pollution, etc. Faut-il redouter le pire?)

BECKLAKE, John, CARLIER, François. *La Crise du climat : effet de serre et couche d'ozone.* Montréal : Éditions Saint-Loup, 1990, 32 p.

ENVIRONNEMENT CANADA. *La couche d'ozone.* Ottawa : Environnement Canada, 1992, 4 p.

ENVIRONNEMENT CANADA. *Des eaux pures : vers l'assainissement de l'écosystème des Grands Lacs et du Saint-Laurent.* Ottawa : Ministère des Approvisionnements et Services, 1990, 23 p.

FREEMANTLE, Michael. «Les CFC et leurs produits de substitution.» *Impact : science et société,* vol. 40, nº 1, 1990, p. 63-75.

HARE, Tony. *La couche d'ozone.* (Adaptation française de Louis Morzac.) Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1991, 32 p. (Coll. Sauvons notre planète.)

HARE, Tony. *Le danger des déchets toxiques.* (Adaptation française de Louis Morzac.) Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1991, 32 p. (Coll. Sauvons notre planète.)

KAHAN, Théo. *Le noyau atomique : physique nucléaire des énergies moyennes.* Paris : Presses universelles de France, 1984, 127 p.

NATIONS UNIES. *Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.* Montréal : Programme des Nations Unies pour l'environnement, 1987.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES. *Réchauffement planétaire : les avantages de la réduction des émissions.* Paris : Organisation de coopération et de développement économiques, 1992.

MILKO, Robert. *Le réchauffement de l'atmosphère : les solutions possibles.* Ottawa : Bibliothèque du Parlement, Service de la recherche, 1990, 49 p.

PECKHAM, Alexander. *Le réchauffement terrestre.* Montréal : Éditions Saint-Loup, 1991, 32 p.

PIRO, Patrick, HUET, Sylvestre. «Climat». (Les impacts du réchauffement : la montée des eaux; les plantes aiment le carbone; la planète sous haute surveillance.) *Sciences et avenir,* nº 525, 1990, p. 24-39.

REBEYROL, Yvonne. «Des ballons pour l'ozone.» *Le Monde. Sélection hebdomadaire,* nº 2246, 14 nov. 1991, p. 10.

REBEYROL, Yvonne. «Un désert à l'âge vert.» *Le Monde. Sélection hebdomadaire,* nº 2195, 22 nov. 1990, p. 12.

ROBINEAU, M. *La Chimie appliquée.* Ottawa : Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques, 1988, 65 p.

SAMUEL, Laurent, MARLE, Dominique, THOREL, Jérome. «Ozone, la menace se fait plus précise.» *Ça m'intéresse,* nº 124, juin 1991, p. 52-54.

SALVAT, Bernard. «Le corail témoigne : la terre se réchauffe.» *Science & vie,* nº 887, août 1991, p. 30-33.

TARDY, Yves. *Le cycle de l'ozone.* Paris : Masson, 1986, 338 p.

TOON, Owen, TURCO, Richard. «Les nuages stratosphériques des pôles et le trou d'ozone.» *Pour la science,* nº 166, août 1991, p. 66-72.

VIDÉOS ET FILMS

Les Quatre Cavaliers de l'Apocalypse

Format	Vidéo de 92 minutes 15 secondes (Série : Enjeux d'une nation)
Annotation	Film-synthèse sur l'environnement qui nous montre comment nous empoisonnons notre pays et la planète, comment nous épuisons nos ressources, comment enfin nous détruisons notre territoire. Quatre cavaliers, quatre menaces : les déchets domestiques, les déchets toxiques, la contamination des cours d'eau et la destruction des ressources.
Distribution	Office National du Film

Nos déchets dangereux

Format	Film 16 mm, 10 minutes, 1983
Annotation	Le film discute des déchets industriels qui polluent l'environnement. Il n'offre pas de solution miracle, mais donne de précieuses informations sur les technologies développées pour éliminer les déchets dangereux, les contrôler ou les traiter de façon efficace par réduction, récupération, réutilisation ou recyclage.
Distribution	Office National du Film

MODULE QUATRE

ÉNERGIE, CONVERSION ET TECHNOLOGIE

Chapitre 10 : Compréhension de l'énergie

AVANZI, Paul et collaborateurs. *Physique, Chimie : Sciences expérimentales.* Montréal : Éditions de la Chenelière, 1991, 448 p.

DUFOURD, Pierre, JUNIQUE, Paul. *Regards sur l'environnement physique.* Montréal : Éditions du Renouveau Pédagogique, 1988. (Texte, manuel, cahier d'activités, recueil de solutions, guide d'enseignement.)

MARTINDALE, David G., et al. *Éléments de physique : Cours d'introduction.* Montréal : Éditions du Renouveau Pédagogique, 1992, 790 p.

MAZY, J., MAZY, E. *Initiation à l'étude scientifique de l'environnement* (3e édition). Montréal : Guérin, 1988, 298 p. (livre de l'élève), 238 p. (guide d'enseignement).

Chapitre 11 : Formes et conversions d'énergie

DE LA TAILLE, Renaud. «La pente d'eau : expérience de physique amusante.» *Science & vie,* nº 885, juin 1991, p. 154-157.

QUESSY, N., SCHEFFER, C. *Éléments de sciences physiques* (2e édition). Montréal : Éditions HRW ltée, 1987, 320 p.

SAUVÉ, R. *L'Environnement physique.* Boucherville, Québec : Vézina Éditeur, 1988, 296 p.

SCOTT, Michel. *À la découverte de la matière et de l'énergie.* Anjou, Québec : Centre Éducatif et Culturel inc., 1992. (Livres des apprentissages 1, 2, 3; Livre de connaissances; Mon carnet de découvertes; Guides d'enseignement 1, 2, 3.)

VIGNETTE, J.G., GAUCHER, G. *Sciences physiques de l'environnement.* Montréal : Éditions du Trécarré, 1987, 362 p.

Chapitre 12 : Rendement énergétique actuel

BARITEAU, Claude. «Construction de barrages : la voix perdante du Québec de demain.» *L'Action nationale,* vol. 81, nº 8, oct. 1991, p. 1065-1075.

BERNARD, Roger, MENGUY, Gilbert, SCHWARTZ, Marcel. *Le rayonnement solaire : conversion thermique et application.* Paris : Technique et documentation, 1980, 254 p.

BOUTARD, Armet, BOUTIN, Chantale. «L'énergie, un élément important de la gestion environnementale.» *Les Affaires,* vol. 63, nº 3, 19 janv. 1991, p. 21.

CENTRALE DE L'ENSEIGNEMENT DU QUÉBEC, et al. *Ensemble récupérons notre planète.* Québec : Papiers Cascades et l'Imprimerie du Canada, 1990, 225 p.

COCHRANE, Jennifer. *La terre, écologie.* Saint-Lambert, Québec : Héritage, 1989, 47 p. (Coll. Découvrir l'écologie.)

«La déclaration de Vancouver» (sur la survie de la planète). *Le Courrier de l'Unesco,* vol. 43, sept. 1990, p. 47.

FAUTEUX, André. «Le solaire laissé dans l'ombre.» *Guide ressources,* vol. 6, nº 5, mai-juin 1991, p. 58-59.

GARDINER, Brian, MORZAC, Louis. *Défis écologiques : les besoins énergétiques.* Saint-Laurent, Québec : Éditions du Trécarré, 1990.

LAUGIER, André, ROGER, Jean-Alain. *Les photopiles solaires : du matériau au dispositif, du dispositif aux applications.* Paris : Technique et documentation, 1981.

MAURUS, Véronique. «L'énergie en 2010.» *Le Monde. Sélection hebdomadaire.* Nº 2205, 31 janv. 1991, p. 6 (anal.)

MOLGA, Paul. «Le solaire renaît dans l'espace.» *Sciences & vie junior,* nº 535, sept. 1991, p. 78-82.

NATIONS UNIES. *Conversion directe de l'énergie solaire en électricité.* New York : Nations Unies, 1991, 67 p.

PERRIN DE BRICHAMBAUT, Christian, VAUGE, Christian. *Le gisement solaire : évaluation de la ressource énergétique.* Paris : Technique et documentation, 1982, 222 p.

ROLLEFSON, J.P. *L'énergie solaire au Canada.* Ottawa : Conseil national de recherches du Canada, 1986, 57 p.

SIMON SILVER, Cheryl, DE FRIES, Ruth S. *Une planète/un avenir, Sommet de la Terre Rio 1992.* États Unis : Sang de la Terre Nouveaux Horizons, 1992, 299 p.

SIMONETTE, Brigitte. *Terre mode d'emploi.* France : Éditions Michel Lafon, 1990, 216 p.

RESSOURCES ADDITIONNELLES

AIKENHEAD, Glen. *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale.* Conseil des sciences du Canada, 1981.

BUSQUE, Laurier, HERRY, Yves. *Le centre d'investigation : Du jeu à l'expérience.* Ottawa : Les Presses de l'Université d'Ottawa, 1992, 180 p. (Stratégie pédagogique pour l'enseignement des sciences.)

CLARKE, J., WIDEMAN, R., EADIE, S. *Apprenons ensemble.* (Traduction de : *Together We Learn.* Co-operative Small Group Learning.) Montréal : Éditions de la Chenelière, 1992.

CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE. *La participation des femmes en science et technologie au Québec.* Québec, Gouvernement du Québec, 1986.

CONSEIL DES SCIENCES DU CANADA. *L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes.* Ministère des Approvisionnements et Services, Ottawa, 1984.

DESAUTELS, J., LAROCHELLE, M. *Qu'est-ce que le savoir scientifique? Points de vue d'adolescents et d'adolescentes.* Québec : Presses de l'Université Laval, 1989.

FOUREZ, Gérard. *La construction des sciences.* (2e édition). Montréal : Éditions du Renouveau Pédagogique Inc., Sciences, 1992, 288 p.

ANNEXES

ANNEXE A : RESSOURCES ANGLAISES

MODULE UN : ÉNERGIE SOLAIRE

Chapitre 1 : La vie sur la terre

Environment Views. Quarterly magazine published by Alberta Environment, Edmonton.

GUTNIK, Martin J. *How to Do a Science Project and Report.* New York : Franklin Watts, Inc., 1980.

LOVELOCK, J.E. *Gaia : A New Look at Life on Earth.* Toronto : Oxford University Press, 1987.

MASER, Chris. *The Redesigned Forest.* Toronto : Stoddart Publishing Co. Ltd., 1990.

MUNGALL, Constance and Digby J. McLaren. *Planet Under Stress : The Challenge of Global Change.* Toronto : Oxford University Press, 1990.

MYERS, Dr. Norman, ed. *Gaia : An Atlas of Planet Management.* London : Gaia Books Ltd., 1984.

RAYMO, Chet. *Biography of a Planet : Geology, Astronomy, and the Evolution of Life on Earth.* Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, Inc., 1984.

Chapitre 2 : L'eau - une clé de la vie sur la terre

ANGEL, Heather and Pat Wolseley. *The Water Naturalist.* New York : Facts of File, Inc., 1982.

ARDLEY, Neil. *Working With Water.* New York : Franklin Watts, Inc., 1983.

BOYLAN, Bob. *What is Your Point? A Proven Method for Giving Crystal Clear Presentations.* Minneapolis : Point Publications, 1988.

KEATING, Michael. *To the Last Drop : Canada and the World's Water Crisis.* Toronto : Macmillan of Canada, 1986.

SCIENCE COUNCIL OF CANADA. *Water 2020 : Sustainable Use for Water in the 21st Century.* Ottawa : Minister of Supply and Services, 1988.

UNIVERSITY OF ALBERTA. *Flowing to the Future.* Edmonton : Faculty of Extension, 1990.

WATSON, Nyall. *The Water Planet : A Celebration of the Wonder of Water.* New York : Crown Publishers Inc., 1988.

Chapitre 3 : Systèmes météorologiques

BOHREN, Craig F. *Clouds in a Glass of Beer.* Toronto : John Wiley & Sons, Inc., 1987.

BOHREN, Craig F. *What Light Through Yonder Window Breaks? My Experiments in Atmospheric Physics.* Toronto : John Wiley & Sons, Inc., 1988.

ENVIRONMENT CANADA, Atmospheric Environment Service. *The Climates of Canada.* Ottawa : Minister of Supply and Services Canada, 1990.

ENVIRONMENT CANADA, Atmospheric Environment Service, Weather Centre. *Careers in Meteorology* and *Careers as Meteorologists.* Edmonton.

ERICKSON, Jon. *Violent Storms.* Blue Ridge Summit, PA : Tab Books Inc., 1988.

HOUGHTON, David. *Wind Strategy : Sail to Win.* Camden, Maine : International Marine Publishing Co., 1986.

LOCKHART, Gary. *The Weather Companion.* Toronto : John Wiley & Sons, Inc., 1988.

MODULE DEUX : MATIÈRE ET ÉNERGIE DANS LES SYSTÈMES VIVANTS

Chapitre 4 : Dynamique des cellules vivantes

ANTEBI, Elizabeth and David Fishlock. *Biotechnology : Strategies for Life.* Cambridge : MIT Press, 1986.

CLAUGHER, D. *Scanning Nature : A Look at Some of the Smaller Components of our Natural Environment as Revealed by the Scanning Electron Microscope.* Cambridge : Cambridge University Press, 1983.

CURRY, Alan, Robin F. Grayson, and Geoffrey R. Hosey. *Under the Microscope.* New York : Blandford Books Ltd., 1982.

GROSS, Cynthia S. *The New Biotechnology : Putting Microbes to Work.* Minneapolis : Lerner Publications Co., 1988.

KLEIN, Aaron. *The Electron Microscope.* Montreal : McGraw-Hill Book Company, 1974.

PRESCOTT, David M. and Abraham S. Flexer. *Cancer : The Misguided Cell.* 2d ed. Sunderland, Massachusetts : Sanauer Assoc. Inc. Publishers, 1986.

WICHRAMASINGHE, H. Kumar. "Scanned-Probe Microscopes." *Scientific American.* October 1989.

YOUNG, John K. *Cells : Amazing Forms and Functions.* Coopersburg, Pennsylvania : Venture Books, 1990.

Chapitre 5 : Les cellules et leur environnement

HARRIS, Ann and Maurice Super. *Cystic Fibrosis : The Facts.* New York : Oxford University Press, 1991.

HOUSTON, Charles S., M.D. *Going Higher : The Story of Man and Altitude,* revised edition. New York : Little, Brown and Co., 1987.

Articles tirés du *Scientific American :*

BRETSCHER, Mark S., "The Molecules of the Cell Membrane." October 1985.

CHILDRESS, James J., Horst Felbeck, and George N. Somero, "Symbiosis in the Deep Sea." May 1987.

COLEMAN, Govindjee and William J., "How Plants Make Oxygen." February 1990.

HIRSCHHORN, Norbert and William B. Greenough III, "Progress in Oral Rehydration Therapy." May 1991.

LAVENDA, Bernard H., "Brownian Motion." February 1985.

Chapitre 6 : Matière et énergie dans les organismes multicellulaires

AGRICULTURE CANADA. *Women in Agriculture.* Ottawa : Minister of Supplies and Services, 1983.

CAPON, Brian. *Botany for Gardeners : An Introduction and Guide.* Portland, Oregon : Timber Press, 1990.

CORRICK, James A. *Recent Revolutions in Biology.* Toronto : Franklin Watts Inc., 1987.

KITTREDGE, Mary. *The Respiratory System.* New York : Chelsea House Publishers, 1989.

MCNEILL, Alexander R. ed., *The Encyclopedia of Animal Biology.* New York : Equinox (Oxford) Ltd., 1987.

MAYNARD SMITH, John. *The Problems of Biology.* New York : Oxford University Press, 1986.

MODULE TROIS : MATIÈRE ET ÉNERGIE DANS LES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

Chapitre 7 : Étude de la matière

ARDLEY, Neil. *The World of the Atom.* New York : Gloucester Press, 1989.

ARMOUR, M., L. Browne, and G. Weir. *Hazardous Chemicals Information and Disposal Guide.* Edmonton : Department of Education, Government of Alberta, 1987.

ASIMOV, Isaac. The World of Carbon. Toronto : Collier MacMillan Canada Ltd., 1985.

CORRICK, Jams A. *Recent Revolutions in Chemistry.* Toronto : Franklin Watts, Inc., 1986.

ENVIRONMENT CANADA. *What We Can Do For Our Environment.* Hill : Minister of Supply and Services Canada, 1990.

LEVI, Primo. *The Periodic Table.* New York : Schocken Books, 1986.

MOONEY, Michael M. *The Hindenburg.* New York : Dodd, Mead & Company, 1972.

TWIGG, John. *The Chemicals We Use.* London, England : Batsford Academic and Educational, 1984.

WEINBERG, Steven. *The Discovery of Subatomic Particles.* New York : Scientific American Books Inc., 1983.

Chapitre 8 : Composition des produits chimiques

BAINES, John. *Acid Rain.* Hove : Wayland (Publishers) Ltd., 1989.

FREUDENTHAL, Ralph I. and Susan L. Freudenthal. *What You Need to Know to Live With Chemicals.* Green Farms, Connecticut : Hill and Gernett Publishing, Inc., 1989.

GROSSER, Arthur E. *The Cookbook Decoder.* New York : Warner Books Inc., 1981.

JOESTEN, Melvin et al. *Chemistry : Impact on Society.* New York : W.B. Saunders College Publishing, 1988.

MAREAN, J., R. Ritter, and J. George. *Issues for Today.* Agincourt, Ontario : GLC Silver Burdett, 1985.

POLLUTION PROBE FOUNDATION. *The Canadian Green Consumer Guide.* Toronto : McClelland & Stewart, Inc., 1989.

SALEM, Lionel. *Marvels of the Molecule.* New York : VCH Publishers, Inc., 1987.

ZUKAV, Gary. *Dancing Wu Li Masters : An Overview of the New Physics.* New York : Bantam Books, 1984.

Chapitre 9 : Transformation chimique

COLE, A.R.H. et al. *Chemical Properties and Reactions.* Kingston : H.F. Shurvell Publishing, 1981.

DUNBAR, Robert E. *How to Debate.* Toronto : Franklin Watts, Inc., 1987.

GAY, Katherine. *Ozone.* Toronto : Franklin Watts, Inc., 1989.

LILLEY, John, & Calvin Webb. *Climate Warming? Exploring the Answers.* Edmonton : Environment Council of Alberta, 1990.

MCGOWEN, Tom. *Chemistry : the Birth of a Science.* Toronto : Franklin Watts, Inc., 1989.

POHL, Frederick. *Chernobyl : A Novel.* New York : Bantam Books, 1987.

RICKARD, Graham. *The Chernobyl Catastrophe.* Hove : Wayland (Publishers) Ltd., 1988.

TOCCI, Salvatore. *Chemistry Around You.* New York : Arco Publishing, 1985.

MODULE QUATRE : ÉNERGIE, CONVERSION ET TECHNOLOGIE

Chapitre 10 : Compréhension de l'énergie

BENDICK, Jeanne. *How Much and How Many : The Story of Weights and Measures*, rev. ed. New York : Franklin Watts, Inc., 1989.

CALDER, Nigel. *Einstein's Universe.* New York : Penguin Books, 1980.

GARDNER, Robert. *Science and Sports.* New York : Franklin Watts, Inc., 1988.

HAWKING, Stephen. *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes.* New York : Bantam Books, Inc., 1990.

MORRISON, Philip and Phyllis Morrison. *The Ring of Truth : An Inquiry into How We Know What We Know.* New York : Random House, Inc., 1987.

PAUL, Douglas et al. *Physics : A Human Endeavour : Unit 1, Motion.* Toronto : Holt, Rinehart and Winston of Canada, Limited, 1973.

SEGRE, Emilio. *From Falling Bodies to Radio Waves : Classical Physicists and Their Discoveries.* New York : W.H. Freeman and Co., 1984.

Chapitre 11 : Formes et conversions d'énergie

FREEMAN, Ira M. *Physics Made Simple.* New York : Doubleday, 1990.

Physics Today. The World Book Encyclopedia of Science. Chicago : World Book Inc., 1987.

SMITH, Norman F. *Energy Isn't Easy.* New York : Coward-McCann, Inc., 1984.

PAUL, Douglas et al. *Physics : A Human Endeavour : Unit 3, Energy and the Conservation Laws.* Toronto : Holt, Rinehart and Winston of Canada, Limited, 1974.

Chapitre 12 : Rendement énergétique actuel

BROWN, Lester R. et al. *State of the World : A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society.* New York : W.W. Norton and Company, 1987.

CARRIERE, Dean. *Solar Houses for a Cold Climate.* Toronto : John Wiley & Sons Canada, Ltd., 1980.

CROSS, Wilbur. *Solar Energy.* Chicago : Regensteiner Publishing Enterprises, Inc., 1984.

MCKIE, Robin. *Science Frontiers : Energy.* New York : Hampstead Press, 1989.

MITCHNER, E. Alyn and R. Joanne Tuffs. *One World.* Edmonton : Reidmore Books Inc., 1989.

Publications distribuées par les organismes suivants :

Alberta Energy Resources Centre, Edmonton.

Alberta Energy, Research and Technology Branch, Edmonton.

Petroleum Resources Communication Foundation, Edmonton.

Renewable Energy Branch of the Department of Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa.

ANNEXE B : MAISONS DE DISTRIBUTION

Agence de Distribution Populaire Inc.
955, rue Amherst
Montréal, (Québec)
H2L 3K4

(pour Les Éditions de l'Homme)
Tél. : (514) 523-1182
Téléc. : (514) 521-4434

Centre Éducatif et Culturel inc.
8101, boul. Métropolitain Est
Anjou (Québec)
H1J 1J9

Tél. : (514) 351-6010
Téléc. : (514) 351-3534

Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques
290, rue Dupuis
Vanier, ON
K1L 1A2

Tél. : (613) 747-8000
Téléc. : (613) 747-2808

Chantecler (Belgique)
Diffusion Dimédia Inc.
539, boul. Lebeau
St-Laurent (Québec)
H4N 1S2

(Distribution au Canada)
Tél. : (514) 336-3941
Téléc. : (514) 331-3916

DMR Distribution Inc.
3700 A, boul. St-Laurent
Montréal, (Québec)
H2X 2V4

Tél. : (514) 499-0851
Téléc. : (514) 499-0072

Diffulivre Inc.
817, rue McCaffrey
Saint-Laurent (Québec)
H4T 1N3

(Distribution pour Bordas)
Tél. : (514) 738-2911
Téléc. : (514) 738-8512

Éditions Artis Historia (Bruxelles)
Artis-Historia
1, rue Carli
1140 Bruxelles
BELGIQUE

Tél. : (02) 242 2320
Téléc. : (02) 242 1818

Éditions Broquet Inc.
C.P. 310
La Prairie (Québec)
J5R 3Y3

Tél. : (514) 659-4819
Téléc. : (514) 659-4621

Éditions Casterman
Diffusion Dimédia Inc.
539, boul. Lebeau
St-Laurent (Québec)
H4N 1S2

(Distribution au Canada)
Tél. : (514) 336-3941
Téléc. : (514) 331-3916

Les Éditions de la Chenelière Inc.
215, rue Jean-Talon Est
Montréal (Québec)
H2R 1S9

Tél. : (514) 273-1066
Téléc. : (514) 276-0324

Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.
8925, boul. St-Laurent
Montréal (Québec)
H2N 1M5

Tél. : (514) 384-2690
Téléc. : (514) 384-0955

Éditions Études Vivantes
955, rue Bergar
Laval (Québec)
H7L 4Z7

Tél. : (514) 334-8666
Téléc. : (514) 334-8387

Les Éditions Françaises Inc.
955, rue Amherst
Montréal (Québec)
H2L 3K4

(Distribution pour : L'École des Loisirs, Larousse, Les Presses de l'Université d'Ottawa)
Tél. : (514) 523-1182
Téléc. : (514) 597-0370

Les Éditions Héritage Inc.
300, rue Arran
St-Lambert (Québec)
J4R 1K5

Tél. : (514) 672-6710
Téléc. : (514) 672-1481

Éditions HRW Ltée
955, rue Bergar
Laval (Québec)
H7L 4A7

Tél. : (514) 334-8466
Téléc. : (514) 334-8387

Éditions Hurtubise HMH Ltée
7360, boul. Newman
Ville LaSalle (Québec)
H8N 1X2

Tél. : (416) 364-0323
Téléc. : (416) 364-7435

Éditions Libre expression (Montréal)

Libre expression
2016, rue St-Hubert
Montréal (Québec)
H2L 3Z5

Tél. : (514) 849-5259
Téléc. : (514) 849-1388

Éditions Michel Lafon

Carrère, Michel Lafon, Éditions
9 bis, rue de Montenotte
75017, Paris
France

Tél. : 46 22 44 54

Éditions du Pélican (Paris)

Librairie Raffin, Inc.
7870, rue Fleuricourt
St. Léonard (Québec)
H1R 2L3

(Distribution au Canada)
Tél. : (800) 361-4293
Tél. : (514) 325-5553
Téléc. : (514) 325-7329

Éditions Rageot

Éditions Hurtubise HMH Ltée
7360, boul. Newman
Ville LaSalle (Québec)
H8N 1X2

(Distribution au Canada)
Tél. : (514) 364-0323
Téléc. : (514) 364-7435

Éditions Saint-Loup (Montréal)

Éditions Jean Saint-Loup
6255, rue Hutchison
Montréal (Québec)
H2V 4C7

Tél. : (514) 277-4151
Téléc. : (514) 277-5369

Éditions du Trécarré

817, rue McCaffrey
St-Laurent (Québec)
H4T 1N3

Tél. : (514) 738-2911
Téléc. : (514) 738-8512

Guérin Éditeur Limitée

4501, rue Drolet
Montréal (Québec)
H2T 2G2

Tél. : (514) 842-3481
Téléc. : (514) 842-4923

Hachette (Paris)
Québec Livres
4435, boul. des Grandes Prairies
Montréal (Québec)
H1R 3N4

(Distribution au Canada)
Tél. : (514) 327-6900
Téléc. : (514) 329-1148

Les Presses de l'Université Laval
Pavillon Adrien-Pouliot, Cité Universitaire
Sainte-Foy (Québec)
G1K 7P4

Tél. : (418) 656-5106
Téléc. : (418) 656-3476

Presses Universelles de France
7 Place St-Pierre
84057 Avignon Cédex
FRANCE

Tél. : 90 82 46 26

Québec Livres
4435, boul. des Grandes Prairies
Montréal (Québec)
H1R 3N4

(Distribution pour : Québec/Amérique)
Tél. : (514) 327-6900
Téléc. : (514) 327-1148

Québec. Ministère de l'Éducation. Direction de la formation générale des jeunes
Gouvernement du Québec
Ministère des communications
Rez-de-chaussée
1056, rue Conroy
Québec (Québec)
G1R 5E6

Tél. : (418) 643-9927

Québec Science Éditeur
C.P. 250
Sillery (Québec)
G1T 2R1

Tél. : (418) 657-3551
Téléc. : (418) 657-2096

Sang de la Terre Nouveaux Horizons (Paris)
Québec Livres
4435, boul. des Grandes Prairies
Montréal (Québec)
H1R 3N4

(Distribution au Canada)
Tél. : (514) 327-6900
Téléc. : (514) 329-1148

Socadis Inc.
350, boul. Lebeau
Ville St-Laurent (Québec)
H4N 1W6

Tél. : (514) 331-3300
Téléc. : (514) 745-3282

Sogides Ltée
955, rue Amherst
Montréal (Québec)
H2L 3K4

(Distribution pour : Rouge et Or)
Tél. : (514) 523-1182
Téléc. : (514) 597-0370

Somabec Ltée
2475, Sylva-Clapin
C.P. 295
St-Hyacinthe (Québec)
J2S 7B6

(Distribution pour : Flammarion, Médecine Sciences, Masson)
Tél. : (514) 774-8118
Téléc. : (514) 774-3017

Vézina Éditeur
Les Publications Graficor
175, boul. de Mortagne
Boucherville (Québec)
J4B 6G4

Tél. : (514) 655-0407
Téléc. : (514) 449-7808

Vous pouvez obtenir les ressources que vous désirez en faisant affaire avec l'une de ces deux librairies :

LE CARREFOUR
8927D - 82e Avenue
Edmonton, Alberta
T6C 0Z2

Tél. : (403) 466-1066

LA RUELLE
2e étage, 817 - 17 Avenue S.O.
Calgary, Alberta
T2T 0A1

Tél. : (403) 244-6433

ANNEXE C : PÉRIODIQUES DE SCIENCES

L'Action Nationale
Ligue d'action nationale
82, rue Sherbrooke Ouest
Montréal (Québec)
H2X 1X3

Tél. : (514) 845-8533
Téléc. : (514) 844-6369

L'Actualité
Magazines Maclean Hunter Québec Ltée
1001, boul. de Maisonneuve Ouest
11e étage
Montréal (Québec)
H3A 3E1

Tél. : (514) 843-2530
Téléc. : (514) 845-7503

Les Affaires
a/s Publications Transcontinental Inc.
465, rue St-Jean
9e étage
Montréal (Québec)
H2Y 3S4

Tél. : (514) 842-3131
Téléc. : (514) 842-6910

Annales de géographie
Armand Colin
103, boul. St-Michel
75240, Paris, Cédex 05
FRANCE

Tél. : (01) 46 34 19 12
Téléc. : (01) 43 26 96 38

Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, INTERFACE
2730, chemin Ste-Catherine
Montréal (Québec)
H3T 1B7

Tél. : (514) 342-1411

Biosphère
a/s Fédération canadienne de la faune
2740, Promenade
Ottawa, ON
K2B 1A2

Tél. : (613) 721-2286
Téléc. : (613) 721-2902

Ça m'intéresse
Prisma Presse
6, rue Daru
75379, Paris, Cédex 08
FRANCE

Tél. : 47 63 12 40
Téléc. : 45 58 86 09

Châtelaine
Magazines Maclean Hunter Québec Ltée
1001, boul. de Maisonneuve ouest
11e étage
Montréal (Québec)
H3A 3E1

Tél. : (514) 843-2503
Téléc. : (514) 845-4303

Croissance : Le monde en développement
Malesherbes Publications
163 boul. Malesherbes
75017, Paris
FRANCE

Tél. : (01) 48 88 46 00
Téléc. : (01) 47 64 04 53

Le Courrier
UNESCO
7-9 Place de Fontenoy
75700, Paris
FRANCE

Tél. : (01) 45 68 10 00

Diététique en action
Corporation professionnelle des Diététistes du Québec
1425 boul. René-Lévesque Ouest
Bureau 402
Montréal (Québec)
H3G 1T7

Tél. : (514) 393-3733
Téléc. : (514) 844-9601

Esprit
212, rue Saint-Martin
75003, Paris
FRANCE

Tél. : (01) 48 04 92 90

Forêt Conservation
Association forestière Québec
174, rue St-Jean, 4e étage
Québec (Québec)
G1R 1N4

Tél. : (418) 681-3581

Franc-vert
Union québécoise pour la conservation de la nature
160 - 76 Rue Est, 2e étage
Charlebourg (Québec)
G1H 7H6

Tél. : (418) 628-9600

Guide ressources
a/s S.W.A.A. Communications Inc.
4388, rue St-Denis
Suite 305
Montréal (Québec)
H2J 2L1

Tél. : (514) 847-0060
Téléc. : (514) 847-0062

Impact : science et société
c/o Taylor & Francis Ltd.
4 St. John Street
London, ENGLAND
WC1N 2ET

Tél. : (71) 405-2237

Je me petit-débrouille
Agence Science Presse
3995, rue Ste-Catherine Est
Montréal (Québec)
H1W 2G7

Tél. : (514) 522-1304
Téléc. : (514) 522-1761

Les Débrouillards
Agence Science Presse
3995, rue Ste-Catherine Est
Montréal (Québec)
H1W 2G7

Tél. : (514) 522-1304
Téléc. : (514) 522-1761

Le Monde Sélection Hebdomadaire
Le Monde s.a.r.l.
15, rue Falguières
75001, Paris, Cédex 15
FRANCE

Tél. : 40 65 25 25
Téléc. : 40 65 25 99

Pour la science (Traduction en français de la revue Scientific American)
Société pour la science
8, rue Ferou
75006, Paris
FRANCE

Téléc. : 43 25 18 29

Québec Science
Presses de l'Université du Québec
C.P. 250
Sillery (Québec)
G1T 2R1

Tél. : (418) 657-3551
Téléc. : (418) 657-2096

La Recherche
Société d'Éditions Scientifiques
57, rue de Seine
75006, Paris
FRANCE

Tél. : 43 54 32 84
Téléc. : 46 34 75 08

Science Dimension
Conseil national de recherches
Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0R6

Tél. : (613) 993-9101

Sciences et Avenir
38, rue Greneta
75002, Paris,
FRANCE

Tél. : 42 33 35 23

Sciences et Nature
16, Place du Havre
75009, Paris
FRANCE

Tél. : 42 85 06 58

Sciences et Technologie de l'eau
Association québécoise des Technologies de l'eau
407, boul. St-Laurent, bureau 50
Montréal (Québec)
H2Y 2Y5

Science et Vie
Publications Excelsoir
1, rue du Colonel Pierre Avia
75503, Paris, Cédex 15
FRANCE

Tél. : 46 48 48 48

Spectre
Association des professeurs de sciences du Québec
C.P. 337, Succ. Ahuntsic
Montréal (Québec)
H3L 3N9

Tél. : (514) 389-6865

Vice Versa
Éditions Vice Versa Inc.
C.P. 991, Succ. A
Montréal (Québec)
H3C 2W9

Tél. : (514) 393-1853
Téléc. : (514) 843-5681

Vie pédagogique (gratuite)

Direction des ressources matérielles - Lise Duchesne
Ministère de l'Éducation
1035, rue de La Chevrotière
6e étage
Québec (Québec)
G1R 5A5

Tél. : (418) 646-4576

ANNEXE D : ORGANISMES

Association canadienne des ressources en eau
c/o Lethbridge Northern Irrigation District
334 - 13 Street North — Tél. : (403) 327-3302
Lethbridge, AB
T1H 2R8

Centrale de l'Enseignement du Québec
Centre de documentation
1170, boul. Lebourgneuf — Tél. : (418) 627-8888
Ste-Foy (Québec)
G2K 2G1

Conseil de la science et de la technologie
2050, boul. St-Cyrille Ouest
5e étage — Tél. : (418) 643-6179
Ste-Foy (Québec) — Téléc. : (418) 646-0920
G1Y 2K8

Conseil national de recherches du Canada
1500, chemin Montréal
Ottawa, ON — Tél. : (613) 993-9101
K1A 0R6 — Téléc. : (613) 952-7928

Earthworks Group
Éditions Berger
1233, route 112 — Tél. : (514) 297-2066
Eastman (Québec) — Téléc. : (514) 297-2067
J0E 1P0

Environnement Canada
Terrasses de la Chaudière
10, rue Wellington, 28e étage — Tél. : (819) 997-2800
Hull (Québec) — Téléc. : (819) 953-3457
K1A 0H3

Institut canadien pour la paix et la sécurité
Suite 900
360, rue Albert — Tél. : (613) 990-1593
Ottawa, ON — Téléc. : (613) 563-0894
K1R 7X7

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science
1033, rue de la Chevrotière
19e étage — Tél. : (418) 643-6788
Québec (Québec)
G1R 5K9

Ministère de l'Environnement du Québec
3900, rue Marly
Ste-Foy (Québec) — Tél. : (418) 643-6071
G1X 4E4 — Téléc. : (418) 528-0406

Musée national des sciences naturelles (Ottawa)
Éditions Marcel Broquet
C.P. 310 — Tél. : (514) 659-4819
La Prairie (Québec) — Téléc. : (514) 659-4621
J5R 3Y3

Nations Unies (New York)
New York, NY
10017 — Tél. : (212) 963-1234

Ottawa : Bibliothèque du Parlement
111, rue Wellington
Ottawa, ON — Tél. : (613) 995-1166
K1A 0A9 — Téléc. : (613) 992-1269

Organisation de coopération et de développement économique (Paris)
Château de la Muette
2, rue André-Pascal — Tél. : (01) 45 24 82 00
F-75775, Paris, Cédex 16 — Téléc. : (01) 45 24 85 00
FRANCE

Programme des Nations Unies pour l'environnement
New York Liaison Office
United Nations, Room DC2-0816 — Tél. : (212) 754-8138
New York, NY
10017

DATE DE RETOUR

F255

Produced and Printed by
Learning Resources
Distributing Centre
Production Division
Barrhead, Alberta
Canada, T0G 2P0
"Reaching Students Is What We're About"

University of Alberta Library
0 1620 1096 0050